

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Liberec 2010

Kotásková Romana

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Studijní program: Průmyslový management N3108

Studijní obor: Produktový management

KHT - 026

**Analýza využitelnosti nanovláknenných filtrů v oblasti
kapalinové filtrace pohonných hmot a olejů**
**Analysis of the usefulness of nanofiber filters for liquid
filtration of fuel and oils**

Autor: Kotásková Romana, Bc.

Vedoucí diplomové práce: Malý Miroslav, Ing.

Počet stran textu: 75

Počet obrázků: 25

Počet tabulek: 23

Počet grafů: 2

V Liberci 10. 5. 2010

Originální zadání práce

Prohlášení

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

V Liberci, dne 10.5.2010

.....

Podpis

Poděkování

Za firmu Elmarco děkuji panu RNDr. Michalu Bittnerovi PhD. za jeho zájem, ochotu, odborné rady a připomínky. Nejvíc děkuji své rodině za podporu v průběhu celého mého studia.

Anotace

Tato práce je zaměřena na analýzu využitelnosti nanovláknenných filtrů v oblasti kapalinové filtrace pohonných hmot a olejů. Úkol byl řešen v těsné spolupráci s firmou Elmarco. V první řadě jsou zde popsány základní pojmy kapalinové filtrace a její proces. Následuje popis dnešních olejových a palivových filtrů určených pro automobilový průmysl. Je provedena analýza tohoto tržního segmentu s pohledu velikosti trhu a jeho vývoje. Dále je charakterizována inovativnost nanovláknenných filtrů olejů a paliv ve srovnání se současnými produkty na celosvětovém trhu. Dále následuje technicko – ekonomické zhodnocení inovovaných produktů a analýza překážek a příležitostí pro jejich zavedení v daném tržním segmentu. Nakonec je zde řešena otázka vlivu různých faktorů (legislativních, technických)

Klíčová slova:

Kapalinová filtrace

Nanovláknna

Analýza

Inovativnost

Segmentace

Trh

Anotation

This work is focused on analysis of the usefulness of nanofiber filters for liquid filtration of fuel and oils in cooperation with the company Elmarco. First, the basic terms of liquid filtration and its process are described. There is outlined classification of fuel and oils filter of the car industry and its availability in the international market segment which is analyzed. Next part is dedicated to classification and comparison of the innovative nanofiber filters with the filters available in the international market segment. The contribution of nanofiber filters and their advantages and disadvantages in the market segment are investigated too. In the end of the thesis the question of the influence of various factors (legislative and technical) is considered.

Key word:

Liquid filtration

Nanofibers

Analysis

Innovation

Segmentation

Market

Obsah

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Úvod | 10 |
| 2 | Kapalinová Filtrace | 11 |
| 2.1 | Základní pojmy, nedůležitější technologie | 11 |
| 2.2 | Proces kapalinové filtrace | 12 |
| 2.3 | Způsoby filtrace podle velikosti filtrovaných částic | 12 |
| 2.4 | Způsoby filtrace podle mechanismu zachycení částic | 12 |
| 2.4.1 | Povrchová neboli koláčová filtrace..... | 12 |
| 2.4.2 | Hloubková filtrace | 13 |
| 2.4.3 | Filtrační materiály pro povrchovou filtraci průmyslových kapalin | 14 |
| 2.4.1 | Filtrační materiály pro hloubkovou filtraci kapalin | 15 |
| 2.5 | Filtrační vlastnosti | 16 |
| 2.6 | Účinnost a funkce filtrů..... | 17 |
| 2.7 | Hlavní parametry filtrace | 17 |
| 2.8 | Filtrace olejů..... | 18 |
| 2.8.1 | Automobilová maziva (oleje) | 18 |
| 2.8.1 | Nečistoty obsažené v motorovém oleji..... | 19 |
| 2.8.2 | Olejoyé filtry | 24 |
| 2.8.3 | Vlastnosti filtračního materiálu olejových filtrů | 29 |
| 2.9 | Filtrace pohonných hmot (paliv) | 30 |
| 2.9.1 | Palivové filtry | 31 |
| | Typy palivových filtrů | 31 |
| 2.9.2 | Vlastnosti filtračního materiálu u palivových filtrů..... | 33 |
| 3 | Inovace filtrů pomocí nanovláken | 34 |
| 3.1 | Nanovlákná | 34 |
| 3.2 | Vlastnosti nanovláken | 35 |
| 3.3 | Výroba nanovláken technologií Nanospider | 35 |
| 3.4 | O společnosti Elmarco | 36 |
| 3.5 | Výhody a nevýhody nanovláken v kapalinové filtraci..... | 36 |
| 3.6 | Nanovlákná v automobilovém průmyslu | 37 |
| 4 | Analýza tržního segmentu kapalinových filtrů pohonných hmot a olejů z pohledu velikosti trhu a jeho vývoje..... | 40 |
| 4.1 | Největší světový výrobci a potenciální zákazníci | 41 |

| | | |
|-------|---|----|
| 4.1.1 | Donaldson Company, Inc. | 41 |
| 4.1.2 | Mann – Hummel | 41 |
| 4.1.3 | Mahle Industrial Filtration | 43 |
| 4.1.4 | Hengst Filtrwerke | 44 |
| 4.1.5 | Wix- filtron | 44 |
| 4.1.6 | Cummins, Inc | 45 |
| 5 | Nejdůležitější výrobci technologie nanovlákených materiálů | 48 |
| 5.1 | Potenciální konkurenti firmy Elmarca | 48 |
| 5.1.1 | Existují dva typy konkurence přímá a nepřímá | 48 |
| 5.1.2 | Hollingsworth and Vose | 48 |
| | Tab. 8 Shrnutí nejdůležitějších vlastností materiálu NANOWEB[43] | 49 |
| 5.2 | Světová produkce motorových vozidel | 50 |
| 5.3 | Růst a vývoj automobilového průmyslu na celém světě | 52 |
| 5.4 | Odhad roční spotřeby olejových a palivových filtrů | 53 |
| 6 | Technicko – ekonomické zhodnocení | 54 |
| 6.1 | Technické zhodnocení | 54 |
| 6.1.1 | Vhodné polymery pro výrobu nanovláknenné vrstvy | 58 |
| 6.1.2 | Modelový případ pro výpočet ceny nanovláknenných vrstev | 58 |
| 6.2 | Ekonomické zhodnocení | 62 |
| 6.2.1 | Porovnání cen olejových a palivových filtrů s nanovláknem a bez nanovláken | 62 |
| 6.2.2 | Odhad počtu výrobních linek na výrobu nanovláknenného materiálu za rok pro olejové filtry | 64 |
| 6.2.3 | Kalkulace nákladů | 64 |
| 6.2.4 | Analýza příležitostí a překážek inovovaného produktu v daném tržním segmentu | 67 |
| 6.3 | Faktory ovlivňující zavedení výrobku na trh | 69 |
| 7 | Závěr | 70 |
| 8 | Seznam použité literatury | 71 |

1 Úvod

Cílem této práce bylo vyhodnotit potenciál nanovláken v kapalinové filtraci pohonných hmot a olejů, který si stanovila firma Elmarco a za její spolupráce bylo postupně krok po kroku tohoto cíle dosaženo. Hned na začátku byla potřeba si určit hlavní oblast aplikace. Po domluvě s firmou Elmarco byla práce směřována do oblasti automobilového průmyslu.

Předpokladem bylo, že nanovlákná v kapalinové filtraci dosahují vysoké efektivity za nízkého tlakového spádu a díky svým malým pórům zachytí i ty nejmenší částičky nečistot.

Nejprve byla potřeba získat základní poznatky o kapalinové filtraci a jejím procesu. Velkou pozornost jsem věnovala nečistotám obsažených v olejích a palivech a podrobně je popsala. Dalším úkolem bylo aplikovat nanovlákná do olejových a palivových filtrů a tím vytvořit zcela nový produkt. Tento produkt porovnat se současnými substitučními produkty a vyhodnotit zda se nějak změní jeho vlastnosti a v čem bude lepší než ten původní. Při analýze tržního segmentu a hledání potenciálních zákazníků byla identifikována i konkurence. Velmi důležitým krokem celé práce bylo provést technicko – ekonomické zhodnocení a vyjádřit překážky a hrozby inovovaného produktu. Posledním krokem bylo zvážit faktory pro zavedení produktu na trh.

2 Kapalinová Filtrace

2.1 Základní pojmy, nedůležitější technologie

Kapalinová filtrace

Jde o proces, při kterém dochází k oddělení pevné látky od kapaliny či plynu, kde je kapalina či plyn je označována jako filtrační médium. Pevné látky neboli částice jsou vedeny filtračním médiem (kapalinou) a jsou zachyceny na porézní přepážce - filtru. Tekutina filtrem protéká, zatímco pevné částice filtr zachycuje.

Filtrovaná kapalina

Nazývaná též jako filtrační médium. Jedná se o kapalinu, ve které jsou rozptýleny mechanické nečistoty, a ty mohou způsobovat řadu problémů. Proto je nutné kapalinu filtrovat a nečistoty odstranit.

Oleje

Jde o kapalinu tvořenou molekulami, které obsahují hydrofobní uhlovodíkové řetězce. Proto se oleje nerozpouští ve vodě. Mají také menší hustotu než voda.[13]

Pohonné hmoty (paliva)

Pohonné látky nebo pohonné hmoty jsou látky, které se používají k pohonu tepelných motorů (např. spalovací motor, raketový motor, plynová turbína apod.). Nejčastěji se jedná o směsi uhlovodíků v kapalném nebo plynném skupenství. V motoru se přeměňuje při spalování pohonné hmoty jejich chemická energie na energii pohybovou. Někdy se pohonná látka označuje i výrazem palivo.[14]

Filtry (filtrační elementy, materiály)

Je materiál sloužící k separaci jedné substance od druhé. Jsou to propustné materiály, ve kterých se při průchodu médiem zachytávají mechanické nečistoty (pevné částice). Filtrem prochází kapalina (médium) a mechanické nečistoty jsou separovány pomocí filtru.

Nanotechnologie

Jako nanotechnologie se obecně označuje technický obor, který se zabývá tvorbou a využíváním technologií v měřítku řádově nanometrů (obvykle cca 1-100 nm), tzn. 10^{-9} m (biliontiny metru), což je přibližně tisícina tloušťky lidského vlasu.[15]

Nanovláknna

Nanovláknna jsou vláknité útvary materiálu o tloušťce menší než 1 mikrometr = 1000 nanometrů (nm). V současnosti nejefektivnější a pro průmyslové nasazení nejvhodnější metoda jejich výroby se nazývá elektrospinning.

2.2 Proces kapalinové filtrace

Filtrace je nejdůležitější součástí procesu separace. Při procesu dochází k ukládání pevných částí buď na povrchu filtru, potom jde o povrchovou filtraci nebo uvnitř struktury filtru potom jde o hloubkovou filtraci. Při filtraci se většina nečistot zachytí na povrchu filtru, avšak některé můžou projít skrz filtr a zachytit se uvnitř.

2.3 Způsoby filtrace podle velikosti filtrovaných částic

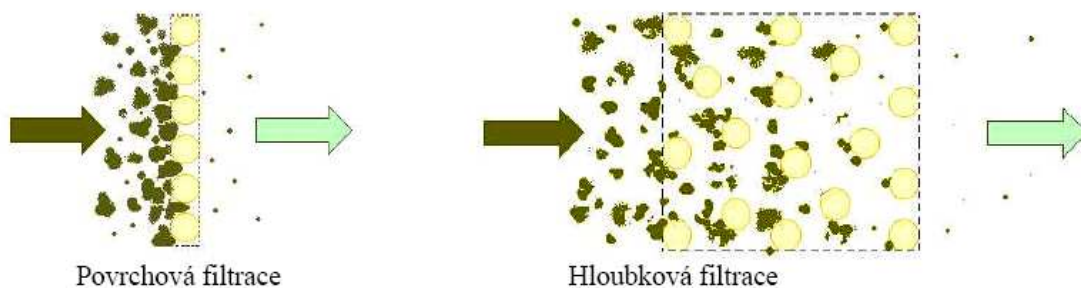
- **Částicová** - velikost částic 1 - 1000 μm
- **mikrofiltrace** - přibližně od 0,1 μm do 1 μm (pigmenty, bakterie, asbest). Hnací silou tohoto procesu je rozdíl tlaku.
- **ultrafiltrace** - přibližně od 3 nm do 0,1 μm (bílkoviny, viry, želatina). Hnací silou tohoto procesu je rozdíl tlaku.
- **nanofiltrace** - zde se už udává spíše rozmezí molekulárních hmotností filtrované látky a to přibližně od 200 g/mol do 15 000 g/mol což odpovídá přibližně velikosti částic od 1 nm do 10 nm (barviva, pesticidy, herbicidy, cukry). Hnací silou tohoto procesu je rozdíl tlaku. [2]

2.4 Způsoby filtrace podle mechanismu zachycení částic

2.4.1 Povrchová neboli koláčová filtrace

Tato filtrace se často používá k oddělení kapaliny a pevných částic a při oddělování dvou druhů pevných částic. Filtrace působí při přímém zachytávání částic. Částice, které jsou větší než velikost otvoru nebo póru se zachytí na povrchu filtru.

Tato filtrace se často používá v kombinaci s hloubkovou filtrací, jelikož se povrchové filtry ve většině případů dobře čistí a tím chrání hloubkové filtry, které jsou dražší než povrchové.[3]



Obr. 1 Schéma povrchové a hloubkové filtrace[1]

Na filtrech můžou nastat vlivem přítoku média s nečistotami tyto efekty:

- Jestli jsou všechny póry nebo otvory zaplněné nečistotami, nově přicházející nečistoty můžou způsobit **uvolnění částic**, které tam byly zachyceny předtím.

Tím je schopnost filtračního systému potlačena a může způsobit uvolnění shluků nečistot a tím znečistit celý systém ještě víc.

- Jestli jsou všechny póry nebo otvory zaplněné částicemi, nově přicházející nečistoty a to hlavně velmi malé (často shluky) vytvoří na povrchu novou filtrační vrstvu, která je sama o sobě filtrem tzv. **filtrační koláč**.

Tento efekt se hlavně používá při filtraci řezných a brusných emulzí. Výšku koláče je však potřebné kontrolovat nebo při překročení kritické hloubky se silně redukuje přítok nebo dochází k přetržení filtračního materiálu.[3]

2.4.2 Hloubková filtrace

Je dalším typem **mechanické filtrace**. Dráha částice přes filtr je o mnoho delší a klikatější čímž se dosahuje obrovské schopnosti zadržení částic (nečistot). Velké částice se zachytávají na povrchových vrstvách a velmi jemné zase na vnitřních hustějších vrstvách. Difuze malých částic vlivem skladby vnitřní vrstvy je o mnoho menší a dokážou se vytvořit a zadržet shluky částic o velikosti 1 μ m. Tento způsob se kromě kapalin a kapalin s vysokou viskozitou se velmi úspěšně využívá i při filtraci plynů.[3]

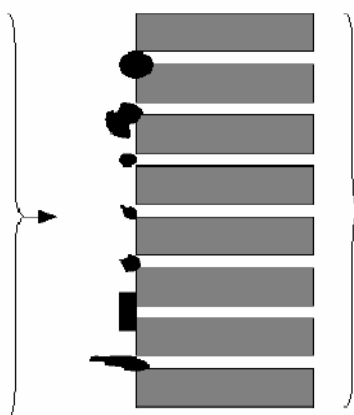
2.4.3 Filtrační materiály pro povrchovou filtraci průmyslových kapalin

Filtrační mřížky – patří sem mřížky z tkaných vláken, které mohou být kovové, syntetické nebo textilní. Tkané mřížky se dají čistit. Čistění jemných filtrů je drahé a vyžaduje si laboratorní podmínky. Při vyčištění filtru dosáhneme přibližně 60 – 70% z původní filtrační plochy. Dále membrány s různou porézností.

Obvodový typ filtru představuje filtrační element, při kterém je přímý průtok kapaliny nasměrován z venkovního obvodu přímo do vnitřní části filtru.

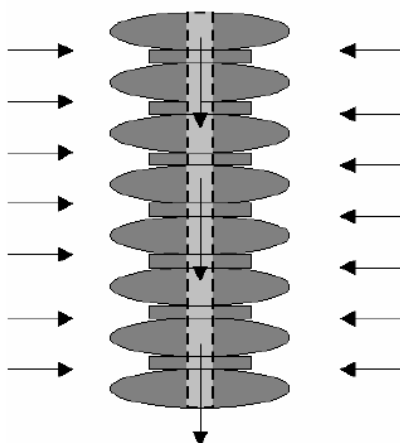
Filtrační Element je vyskládaný z kotoučů nebo podložek z papíru, plstí plastu nebo kovu a navzájem zalisovaných. Filtrace probíhá mezi jednotlivými vrstvami. Účinnost filtrace je definovaná velikostí mezery mezi jednotlivými podložkami resp. diskami. Tyto filtry mají výhodu v tom, že dokážou absorbovat poměrně velké množství nečistot a některé z nich se vyrábí i jako samočisticí, které se čistí způsobem opačného tlaku.

Nejčastěji se tyto obvodové filtry vyrábí s papírových podložek a používají se nejméně na filtraci mazacích olejů např. v lokomotivách. Poměrně velká masa papíru dokáže velmi účinně odstranit vodu v palivu, oleji nebo podobných médiích. Pomocí tohoto filtru je možné z tekutiny odstranit velmi jemné částice jako je např. koloidní grafit v oleji. Tyto filtry jsou velmi odolné na tlakové rázy, mají dlouhou životnost a vyžadují si minimální údržbu.[3]



Obr. 2 Obvodový typ filtru [3]

Skládaný diskový typ filtru využívá propustnost jednotlivých disků, které jsou uloženy na perforované trubici, navzájem spojené podložkami. Disky jsou často podobné tvaru vajíčka a radiální tok média se mění v trubici na vertikální, co vyvolává zpětný odpor na povrchu disku a zpomaluje tak vnikání částic přes povrch disku.[3]



Obr. 3 Skládaný diskový filtr [3]

2.4.1 Filtrační materiály pro hloubkovou filtraci kapalin

Filtračním elementem je takový materiál, který má póry na povrchu volnější a směrem do vnitra těsnější a menší. Nejvhodnějšími materiály pro tento druh filtrace jsou materiály vláknité, pórovité a materiály tvořící koláčový efekt.

Vláknenné materiály jsou složeny a navrstveny z velmi jemných vláken o průměru 0,5 - 30 μm . Tato vlákna jsou protkávána nerovnoměrně z toho důvodu, aby vytvořili co nejkulatější dráhu přechodu částice filtračním médiem. Jako vláknité materiály se ve většině případů používají polymerové tkaniny, celulóza, mikroskleněná vlákna, polypropylen apod. Vláknité tkaniny jsou navrstveny ve vrstvách o tloušťce od 0,25 až po 2mm a navzájem jsou impregnovány epoxidy nebo akryláty.

Porézní materiály jsou podobné s vláknitým v tom, že jejich průtok přes póry je podobný průtoku přes kapiláry přesně stanovené velikosti. Rozdíl je v tom, že původní materiál není vlákno ale částice.

Jako filtrační materiály se mohou používat i přírodní látky např. keramika, kámen nebo kovy. Dalšími vhodnými materiály jsou lisované plasty nebo pěnové plasty jako např. polyuretan.[3]

Materiály tvořící koláčový efekt mají limitované použití z toho důvodu, že jsou silně závislé od druhu filtračního materiálu. Filtrační koláč je vytvořen na povrchu filtru a velmi jemné nečistoty (které se dostanou na povrch filtru prouděním média) se postupně na něm za pomoci přetlaku vzduchu ukládají. Takto se vytváří samočisticí efekt. Při určité hloubce koláče se samočisticí efekt odstraní a za určitý čas než se vytvoří nový koláč, účinnost filtrace je o něco nižší. Filtrační koláč se může tvořit z kovů, dřevěného prachu, keramického prachu nebo i písku apod. Tento systém se používá při filtraci technologických kapalin.[3]

2.5 Filtrační vlastnosti

- Efektivita = odlučivost částic

$$E = 1 - [G_1/G_2] (\%)$$

kde $P = G_1/G_2$ je značen jako průnik

G_1 je množství disperzního podílu za filtrem.

G_2 je celkové množství disperzního podílu (někdy se uvádí množství disperzního podílu před filtrem). V některých případech se efektivita zjišťuje nepřímou.

- Tlakový spád

$$\Delta p = p_1 - p_2 (\text{Pa})$$

kde p_1 je tlak filtrátu před průchodem filtrem

p_2 je tlak filtrátu po průchodu filtrem a Δp je rozdíl těchto tlaků.

- Životnost filtru = kdy je potřeba filtr vyměnit

Pro jednorázové filtry je dáno množství nečistot, které je filtr schopen pojmout do chvíle kdy je tlaková ztráta příliš vysoká. Lze vyjádřit např. jímavostí filtru:

$$J = E_s \cdot m$$

kde J značí jímavost, E_s je efektivita filtru a m je množství částic nanesených na filtr.

- Odolnost vůči vnějším vlivům

- Chemické
- Mechanické
- Teplota
- Kombinace

➤ Další vlastnosti související s filrací

- Prodyšnost [$\text{l/m}^2/\text{min}$] = kolik tekutiny projde skrz 1m^2 filtru za 1 minutu při definovaném tlakovém spádu (obvykle 196 Pa).
- Pórovitost = velikost póru určená obvykle střední, či maximální hodnotou nebo distribucí velikostí.[1]

2.6 Účinnost a funkce filtrů

Funkce filtru je založena na zachycování nečistot průchodem kapaliny přes porézní materiál. Filtrační vložky (elementy) jsou z rozdílných materiálů a konstrukcí. V důsledku různé velikosti póru není rozměr ohraničených nečistot přesně ohraničen. Průmyslovými filtry se dnes zachycují nečistoty o velikosti až $3\mu\text{m}$, u zvláště jemných filtrů i menší. Standardní je dnes filtrace částic nad $10\mu\text{m}$. **Čím jemnější je filtrace, tím dražší je filtrační vložka a tím častěji se musí vyměňovat.** [4]

Účinnost filtrace je dána především materiálem a uspořádáním filtrační vložky. Filtrační vložky mohou zachycovat nečistoty povrchově, nebo hloubkově. Výrobci nabízí velký sortiment výrobků. Některé filtrační vložky se vyznačují až 100% zachycením nečistot. Opět platí čím vyšší je účinnost filtrace tím je dražší filtrační vložka. [4]

2.7 Hlavní parametry filtrace

Je nutné rozlišovat parametry, které určují průběh filtrace a užité vlastnosti filtru. Veškeré parametry filtrace mohou být proměnnými a tak mění filtrační vlastnosti. Hlavními parametry filtrace jsou parametry filtračního materiálu, filtrovaných částic a procesu filtrace.

Parametry filtračního materiálu

- plocha filtru,
- tloušťka filtru,
- plošná a objemová hmotnost filtru,
- stejnoměrnost materiálu,
- materiál a jeho parametry: objemová hmotnost, elektrická vodivost, odolnost vůči negativním vlivům,
- parametry vláken: průměr, tvar, jemnost, orientace v prostoru.

Parametry filtrovaných částic

- velikost částic disperzního podílu,
- distribuce velikosti částic disperzního podílu,
- koncentrace částic,
- tvar a povrch částic,
- objemová hmotnost částic,
- elektrické vlastnosti.

Parametry procesu filtrace

- rychlost náletu částic na filtr,
- viskozita protékajícího média,
- teplota, tlak, vlhkost.[1]

2.8 Filtrace olejů

2.8.1 Automobilová maziva (oleje)

Jako automobilová maziva můžeme nazvat soubor olejů a plastických maziv používaných k mazání, případně k přenosu síly v automobilech a jiných mobilních prostředcích. Pro konečného uživatele však mají z tohoto souboru praktický význam zejména **motorové a převodové oleje**. [5]

a) Motorové oleje

Jejich funkcí je mazání všech třecích dvojic v motoru, odvádění tepla (olej odvádí asi 10% vznikajícího tepla v motoru), dotěšňování pístů a pístních kroužků, odplavování nečistot všeho druhu a konzervace vnitřních částí motoru při jeho odstavení z provozu.

Motorové oleje se vyrábějí z ropy destilací (vznikne tzv. minerální olej), nebo se vyrábějí „složením“ jednotlivých komponentů, které musí olej obsahovat. Taková výroba syntetickou cestou má výhodu v tom, že olej obsahuje jen ty složky, které jsou nezbytně nutné a vhodné. Ostatní, které tam být nemusí, ale není je možné klasickou cestou odstranit, a která zhoršují vlastnosti oleje, tam tedy nejsou, oleje mají výrazně lepší parametry, ale také výrazně vyšší cenu (3 – 5x).[5]

b) Převodové oleje

U převodových olejů není situace tak složitá jako u olejů motorových, musejí však splňovat rovněž celou řadu požadavků výrobců. Z hlediska filtrace je převodový olej nevýznamný oproti filtraci motorového oleje. [5]

2.8.1 Nečistoty obsažené v motorovém oleji

Nečistoty pocházejí z několika zdrojů a během provozu se hromadí v motorovém oleji. U veškerých motorových vozidel jsou motorovými oleji mazány všechny pohyblivé části a funkční prvky v motoru. Spalováním se dostávají do motorového oleje jak **částice nečistot (prach, otěr)**, tak také **zbytky po spálení**, jako např. **saze**. Ty potom olej znečišťují, příp. zhušťují. [6],[7]

Nadměrný obsah nečistot v oleji vede ke zvýšenému opotřebení třecích povrchů, k tvorbě úsad a kalů hromadících se v klikové skříni a celém olejovém systému a v konečném důsledku i k ucpání olejového filtru a k poruchám dodávky oleje do systému. Důsledkem je také snížení výkonu motoru, příp. zvýšená spotřeba pohonných hmot a v nejhorší alternativě dokonce porucha motoru. Zvyšující se výkony motorů při snižující se spotřebě pohonných hmot kladou nejvyšší požadavky na konstrukci motorů. Pouze **čistý olej** může natrvalo zajistit neměnný výkon motoru. [6],[7]

Mechanické nečistoty

Nejčastějším zdrojem cizích částic v motorovém oleji je **nasávaný vzduch**, který nikdy není absolutně čistý, ale spolu s ním se nasávají do spalovacího traktu i prachové částice.

Velké a střední prachové částice jsou zachyceny na vzduchovém filtru, menší se dostávají do spalovacího prostoru a později jsou z prostoru válce motoru spláchnuty do motorového oleje. Tyto částice mají velikost až několik mikrometrů, jsou velmi tvrdé (jde většinou o částice křemičitého prachu) a tedy hodně abrazivní. Jejich povrch je velmi polární a může přispívat k degradaci olejových přísad.[7]

Dalším zdrojem je **palivo**, se kterým přicházejí i prachové částice a různá vlákna z filtrů, jimiž palivo prochází během distribuce z rafinerie až k výdejním stojanům. Hromadění těchto nečistot na palivovém filtru v automobilu může vést až k jeho ucpání a destrukci.

Palivo potom není filtrované vůbec a nečistoty končí ve spalovacím prostoru a poté i v oleji. Na pravidelnou výměnu palivových filtrů se bohužel často zapomíná.[7]

Otěrové částice kovů jsou dalšími mechanickými nečistotami v oleji. Vznikají při tření dvou kovových povrchů i při kvalitním mazání a normální úrovni tření a opotřebení. Rozměry takových běžných částic jsou od desetin až po několik mikrometrů. Tyto částice mohou mít až velikost tloušťky mazacího filmu a spolu s jinými mechanickými nečistotami iniciují další zvyšování úrovně tření a opotřebení. Při zvýšené úrovni tření mohou vznikat otěrové částice již o velikosti desítek a při havarijním opotřebení až stovek mikrometrů. Kvalitní olejové filtry mohou z oleje odstranit částice přibližně nad 10 mikrometrů. [7]

Dalším zdrojem nerozpustných částic v oleji je **samotný motorový olej**. Jeho běžná oxidační a termická degradace vede většinou pouze k tvorbě rozpustných oxidačních produktů. Další oxidační a termické namáhání však už může způsobit tvorbu nerozpustných karbonových povlaků, úsad a kalů. [7]

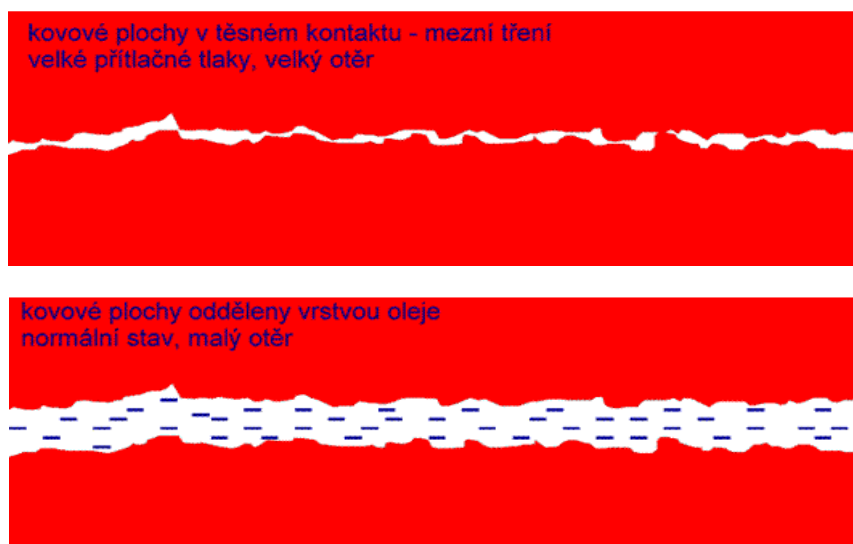
Saze patří k mechanickým nečistotám, které jsou vytvářeny až v samotném spalovacím prostoru při spalování nafty. Jde tedy o problém vznětových motorů, u zážehových je tvorba sazí zanedbatelná. Saze jsou produktem nedokonalého spalování nafty. Jejich tvorba je nepřímo spojená s tvorbou oxidů dusíku. Pokud se při konstrukci motoru snažíme o minimalizaci tvorby oxidů dusíku, roste většinou produkce sazí a naopak. Saze jsou tvořeny téměř čistým uhlíkem a jsou velmi tvrdé s ostrými hranami. Jejich rozměr není příliš velký. Velikost částic sazí je přibližně setina mikrometru, díky aglomeraci a shlukování částic se však jejich velikost zvětšuje na několik setin až jednu desetinu mikrometru.

Dalšímu shlukování a růstu velikosti částic sazí zabraňují disperzanty v motorovém oleji. Částice kolem desetiny mikrometru jsou mnohem menší, než je velikost olejového mazacího filmu či velikost pórů olejového filtru. Už malé množství sazí v oleji, většinou už i saze ze zbytku staré náplně, způsobí zčernání oleje. Problémy se sazemi nastávají, pokud je jejich množství v oleji již velmi vysoké. Udává se, že limitní koncentrace sazí, je přibližně 3 hm%. U některých moderních motorů a odpovídajících olejů může být tato limitní koncentrace i vyšší.[7]

Příčiny a zdroje obsahu kovů v oleji

Je mnoho způsobu, jak se určitý kov dostane do motorového nebo převodového oleje. Úplně samozřejmým faktem je, že motor a tedy i všechny třecí povrchy jsou vyrobeny z určitých kovových materiálů. Většinou jde o železo zušlechtěné přídavkem jiných kovů, o hliníkové či měděné součástky, nebo je určitý díl motoru potažen povrchovou vrstvičkou jiného kovu, např. s cílem zvýšit tvrdost povrchu, zlepšit kluzné vlastnosti, zlepšit protikorozi ochranu apod. Díky těmto případům se kromě železa samotného musíme zajímat i o další kovy, např. hliník, měď, chrom, olovo, cín, nikl, stříbro apod.[8]

Třecí povrchy kovů, ani ty pečlivě vysoustružené, nejsou nikdy naprosto hladké. Každý povrch má určitou morfologii, strukturu, kterou je možné znázornit jako zubatou čáru podobně jako na obr. 2. V normálním stavu jsou v motoru dva třecí povrchy odděleny vrstvičkou oleje. Viskóznější oleje vytvářejí při stejné teplotě silnější vrstvičku mazacího filmu než méně viskózní oleje. Povrchy tak nepřicházejí navzájem do kontaktu, nebo jen do minimálního díky některým větším nerovnostem na povrchu. Pokud ale na třecí plochy působí nějaká přitlačná síla, může být vrstvička oleje vytlačena a dva povrchy se do kontaktu dostanou. Dochází k tzv. meznému tření, kdy oba povrchy nejsou mazány vrstvou oleje, ale pouze jeho mazivostními aditivami, která na povrchu kovu ulpěla. Tato situace je také znázorněna na obr. 2. Jestliže se takové dva povrchy navzájem pohybují, dochází k vzájemnému odírání jejich nerovností a oddělování mikroskopických částeczek konstrukčního kovu. Tyto částičky pak přecházejí do oleje. Následně je potom možné chemicky stanovit množství určitého kovu v oleji a na základě jeho množství také odhadnout významnost tření v motoru. [8]



Obr. 4. Mechanismus vzniku otěrových částic [8]

Charakteristické kovy

Díky tomu, že konstrukční kovy různých dílů motoru jsou většinou vyrobeny ze specifických materiálů, je z množství konkrétního kovu v oleji možné také odhadnout pravděpodobné místo, kde k závadě dochází. Samozřejmě že každý motor může mít svoje specifika, vždy stejný díl motoru nemusí být vyroben z ocele stejného složení.

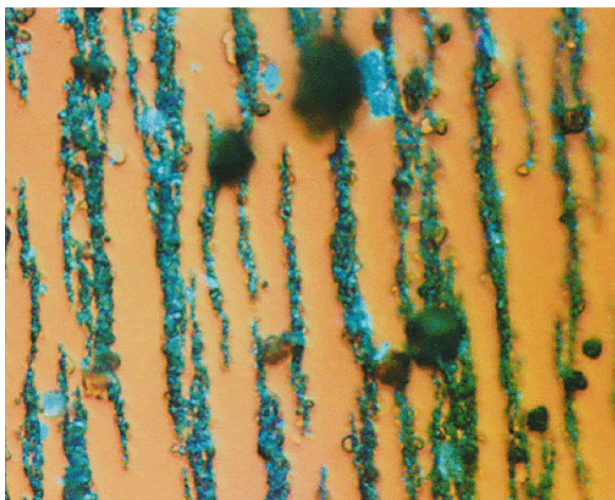
Přesto při výrobě motorových dílů převažují určité konstrukční kovy a na tom je založen i odhad lokalizace závady. Seznam nejčastěji analyzovaných kovů v oleji a jejich původ je uveden v tabulce 1. Otěrové kovy v oleji a jejich zdroje.[8]

| Otěrový kov | Původ – motorový díl |
|----------------|--|
| Železo | vyskytuje se vždy jako hlavní konstrukční kov, jeho koncentrace je vždy nejvyšší |
| Měď | ložiska, ventilová skupina – zdvihátka, pouzdro pístního čepu |
| Chrom | chromované díly |
| Nikl | součást konstrukčních ložisek, ventilů, hřídelí |
| Hliník | písty, válečková ložiska |
| Olovo | valivá ložiska, u starých zážehových motorů kontaminace z benzínu |
| Cín | ložiska, bronzové díly |
| Stříbro | postříbřená ložiska |
| Křemík | Indikátor prach, špatný stav vzduchového filtru |

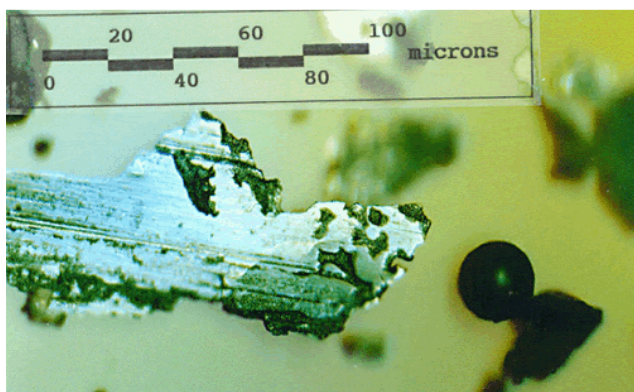
Tab. 1 Otěrové kovy v oleji a jejich zdroje. [8]

Ukázka kovových částic

Obrazový materiál byl převzat z Atlasu otěrových částic vydaného společností Reo Trade, s. r. o., Opava.[8]



Obr. 5. Malé částice normálního opotřebení [8]



Obr. 6. Částice intenzivního opotřebení [8]



Obr. 7. Částice vznikající při zadírání [8]

2.8.2 Olejové filtry

Většina olejových filtrů vypadá jednoduše, ale ve skutečnosti jsou předmětem dlouhodobého výzkumu a vývoje, díky kterému je náš svět lepší.[9]

Z fyzikálního hlediska se filtr podobá kovové nádobě obsahující různé typy filtračních materiálů. Filtrační materiál pohlcují organické i neorganické nečistoty z protékajícího oleje. Organickým znečištěním jsou zejména bakterie a ostatní organismy, které obsahuje hrubý kal. Neorganické nečistoty sestávají z prachu nasávaného do motoru a z kovových mikročástic, které se z motoru oddělují vlivem abrazivního opotřebení jeho dílů provozem.[9]

Olejové filtry jsou nepostradatelnou součástí mazacího systému v motoru vozidla. Jejich vzhled a konstrukce se v průběhu let hodně mění. Olejový filtr dnes není to samé jako před 30 nebo 50 lety avšak jeho podstata funkce v mazacím systému motoru auta zůstává pořád stejná. Mění se jeho konstrukce a filtrační materiál v závislosti na vývoji trhu a požadavku zákazníka.

Se zvyšujícími se nároky na výkon a hlavně životnost motorů a s nástupem nové řady aditivovaných olejů bylo nutné přepracovat filtrační soustavu, požadavkem bylo udržet olej co nejvíce čistý, aby se do kluzných ložisek nedostávaly pevné částice, které poškozují povrch čepů, vaček atd. U nových typů filtrů se nedejme zmást jejich malými rozměry, nové materiály s vyšší filtrační kapacitou umožňují vyrobit filtry polovičních rozměrů proti původnímu provedení. [10]

Smysl olejového filtru

Kromě mazání mají olej a olejový filtr také následující funkce:

- **chlazení:** vstřebávají a odvádějí teplo z místa tření a zážehu motoru.
- **čištění:** olejem jsou zachyceny a následně odvedeny do filtru znečišťující částice vznikající při tření. Olejový filtr je zachytí, stejně jako jakékoliv zbytky vznikající při zážehu motoru.

Díky olejovému filtru jsou z oleje odstraněny částice nečistot, které by jinak společně s olejem tvořily brusnou pastu způsobující opotřebení motoru.[11]

Rozdělení olejových filtrů:

1. Podle velikosti zachycovaných částic:

- a) **hrubé** - zachycují částice větší jak 40 μm ,
- b) **jemné** – zachycují částice větší jak 1 až 2 μm .

2. Podle zapojení filtrů v mazacím systému:

- a) **plnopřítokové filtry** – proudí jimi všechny olej dodávaný čerpadlem do mazacího systému motoru.
- b) **obtokové filtry (by-pass)** – čistí pouze část oleje dodávaného čerpadlem (cca 10%), přičemž filtrovaný olej je vrácen do spodního víka motoru.

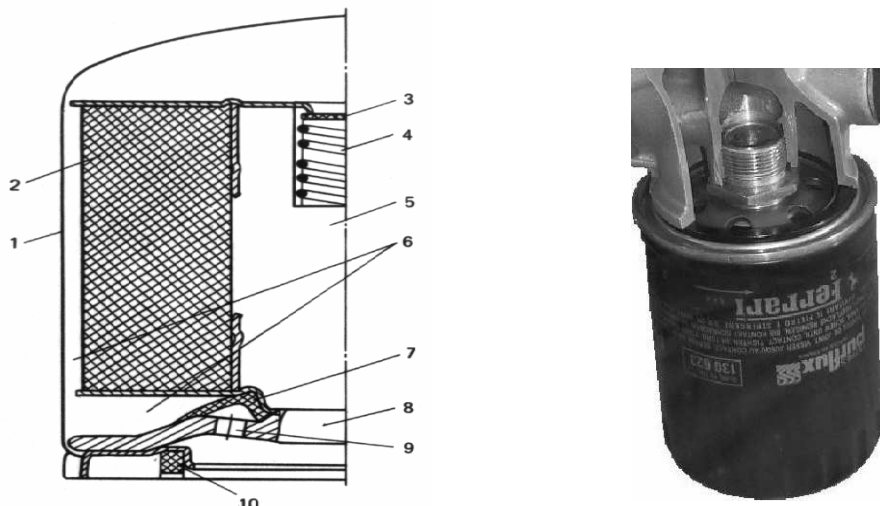
Pokud jsou použity na motoru filtry hrubý i jemný, je hrubý zapojen jako plnopřítokový a jemný jako obtokový. Rozdíl mezi obtokovým a plnopřítokovým filtrem je kromě konstrukce také ve velikosti zachycovaných částic. Plnopřítokový je o něco hrubší a nedokáže zachytit velmi malé částice, obtokový filtr je jemnější a tudíž olej na výstupu z filtru je čistější.[12]

3. Podle konstrukčního provedení je možno olejové filtry rozdělit

- a) **štěrbinové** – rozměr zachycovaných částic je určen velikostí štěrbin mezi filtračními elementy
- b) **objemové** – částice jsou zachycovány v objemu materiálu filtrační vložky, tvořené například plstěným válečkem
- c) **s papírovou filtrační vložkou** – jsou v současné době používány výhradně, ostatní dva předešlé se již nepoužívají [12]

Materiály olejových filtrů

Využívané filtrační materiály (média) se v posledních letech rychle mění. Dříve se používali zejména ocelové vlny, drátěná síta, kovové rámy atd., později pak převážně bavlna a různé bavlněné varianty filtrů. Poté co se rozvinulo používání jednorázových filtrů, začalo se využívat celulóзовých a papírových filtrů pro minimalizaci výrobních nákladů. Poslední fázi vývoje tvoří syntetické filtrační materiály, které se také využívají pro filtraci olejů. Dnes nejrozšířenější jednorázové „spin-on“ filtry využívají celulóзовé filtrační materiály. Vyšší efektivity filtrace lze dosáhnout využitím syntetických materiálů. [9]



Obr. 8 Řez konstrukcí olejového filtru [12]

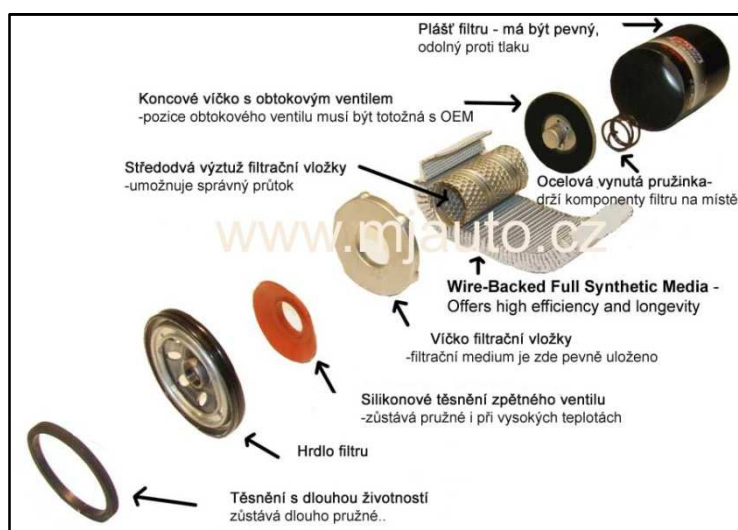
Konstrukce olejového filtru

Filtr je tvořen vnějším plechovým pláštěm **1** na obr. 6, který uzavírá papírový filtrační element **2**. Prostřednictvím závitu **8** a vložené trubkové spojky je připojen k bloku motoru. Těsnění zabezpečuje pryžový kroužek **10**. Olej z čerpadla vstupuje do filtru otvory **9**, překrytými manžetou zpětného ventilu **7**. Z prostoru **6** prochází skládanou papírovou filtrační vložkou do vnitřního prostoru, odkud odtéká středem trubkové spojky do hlavního mazacího kanálu motoru. Papír má póry, jejichž velikost je menší jak $1\mu\text{m}$. V důsledku zakřivení průtočného kanálku v tloušťce papíru jsou působením odstředivých sil zachycovány i částice menší jak $1\mu\text{m}$. Filtrační povrch papírového filtru je zvyšován vhodným skládáním papíru.

Vzhledem k tomu, že olejové filtry jsou používány jako plnoprůtokové je pro případ úplného zanesení filtru, při zanedbání výměnných lhůt, filtr opatřen obtokovým ventilem **3**. Velikost otevíracího tlaku je nastavena pružinou **4** tak, aby v důsledku diferenčního tlaku na papírovém filtru nedošlo k jeho protržení. Při výměně tohoto typu filtrů se dostává do odpadu značné množství oleje uzavřené v objemu filtru. Ekologické důvody vedou ke konstrukci filtrů, u nichž se vyměňuje pouze vložka z filtračního papíru. Tyto výměnné filtrační vložky můžou být i v provedení EKO vložky. [12]

Jednotlivé části olejového filtru

Olejový filtr je složen z více částí. Jednotlivé části jsou zobrazeny na obr. 9. Plášť filtru musí být pevný a odolný proti tlaku proto je vyroben z kovu. Ocelová vinutá pružinka drží komponenty filtru na místě a koncové víčko s obtokovým ventilem kde jeho pozice musí být totožná s OEM¹. Další částí je středová výztuž filtrační vložky, která umožňuje správný průtok oleje. Filtrační vložka je pevně uložena víčkem. Dále je na víčko aplikováno silikonové těsnění zpětného ventilu – zůstává pružné i při vysokých teplotách. Všechny tyto komponenty jsou umístěny do kovového pláště filtru a celý je uzavřen hrdlem filtru a těsněním s dlouhou životností, které zůstává dlouho pružné.



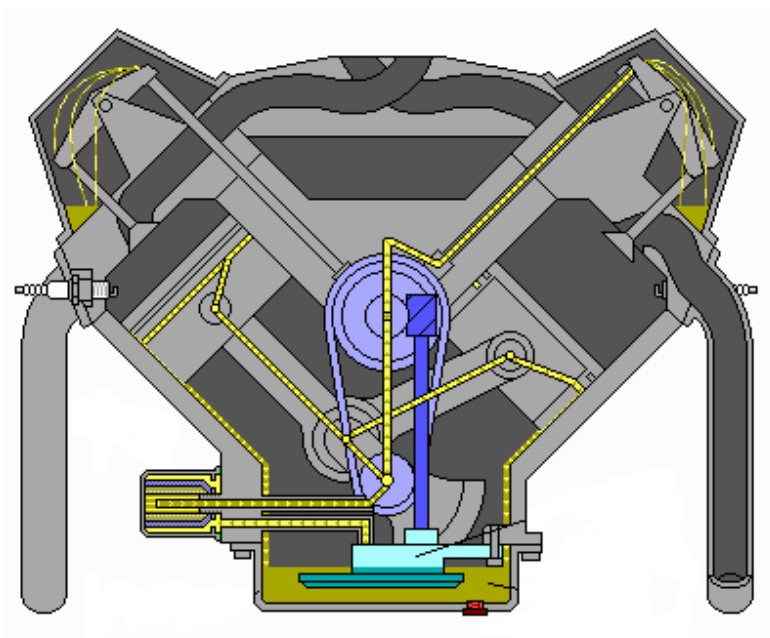
Obr. 9 Jednotlivé části olejového filtru [11]

¹ OEM (zkratka anglického Original Equipment Manufacturer) je obchodní termín, který označuje výrobce zařízení, jenž při výrobě používá díly, komponenty a zařízení od jiných výrobců, a hotový výrobek prodává pod svou vlastní obchodní značkou.

Schéma zapojení olejového filtru v motoru automobilu

Olej za chodu motoru nepřetržitě cirkuluje motorovým systémem, prochází přes olejový filtr do motorového systému, kde maže všechny potřebné součásti motoru a vrací se zpět do olejové nádrže motoru. Celý tento proces se znovu opakuje.

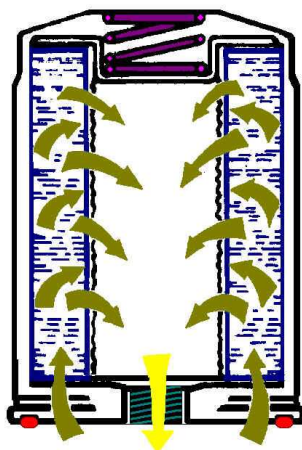
Olejové filtry mají určitou dobu životnosti a proto je potřeba po určitém uplynutí doby filtr měnit. Dle časového intervalu je doba výměny od 1 do 2 let dle typu vozidla a dle ujetých km od 15 do 50 tisíc.



Obr. 10 Schéma zapojení olejového filtru v motoru [9]

Olej je čerpán z olejové jímky přes filtr a poté rozváděn napříč jednotlivými částmi motoru. Olej vstupuje do filtru pod tlakem přes díry na spodním kruhovém víku filtru. Znečištěný olej pak prochází filtrem kde je očištěn od vměstků. Potom proudí dále do hlavní trubice filtru a zpět do motoru obvykle přes dutý střední sloupek filtru.[9]

Jediný spojovací komponent, který drží filtr k motoru a zabraňuje prosakování oleje, je hlavní těsnění filtru vyznačeno na obrázku 11 červeně.[9]

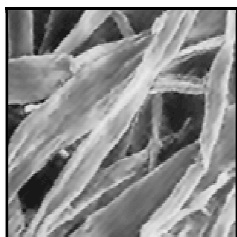


Obr. 11 Průtok oleje filtrem [9]

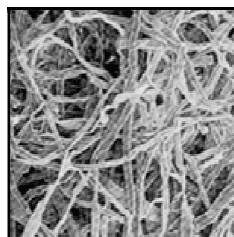
2.8.3 Vlastnosti filtračního materiálu olejových filtrů

K filtraci **motorového oleje** se standardně používá filtrační papír na **bázi celulóзовého vlákna** impregnovaného speciálními fenolovými nebo epoxidovými pryskyřicemi, které jej chrání před vlivem vysokých teplot a agresivních chemických látek, které se nacházejí v oleji a vznikají v důsledku jeho degradace. U moderních filtračních materiálů, zvláště těch, které jsou určeny k **filtraci syntetických olejů**, se používají **příměsi umělých vláken** nebo dokonce **plně syntetické filtrační materiály jako je polyester, polypropylen atd.** Je to způsobeno větším zatížením filtrační přepážky. Pro zvýšení absorpční schopnosti filtru se používají **vícevrstvé materiály s různou strukturou a různými filtračními vlastnostmi u každé vrstvy.** Kombinací těchto materiálů lze docílit efektu selektivního oddělování nečistot na každé vrstvě. Výsledkem toho je značné zvýšení absorpce nečistot se zachováním požadované účinnosti filtrace oleje. [13]

Obr. 12. Struktura filtračního papíru na bázi celulóзовých vláken [13]



Zvětšení 200x



Zvětšení 60x

2.9 Filtrace pohonných hmot (paliv)

Základním předpokladem bezproblémové jízdy je **čisté palivo**. To je dopravováno palivovým čerpadlem přímo do vstřikovacího zařízení, příp. do karburátoru. **Nečistoty** obsažené v palivu **prach, rez**, vedou zvláště u moderních vstřikovacích zařízení, ke **zvýšenému opotřebení**. Také **voda** vázaná v palivu může způsobit v důsledku koroze **závažné škody**. V nejhorším případě může dojít k úplnému selhání vstřikovací soustavy a tím k zastavení vozidla. Proto je filtrování paliva u všech motorových vozidel nevyhnutelnou součástí procesu filtrace.[16]

Rozdělení pohonných hmot

Benzín je kapalná směs uhlovodíků vyráběná frakční destilací z ropy a používaná jako palivo v zážehových spalovacích motorech.[17]

Motorová nafta (nafta nebo diesel) je směs kapalných uhlovodíků. Získává se destilací a rafinací z ropy, obvykle při teplotách 150 - 370 °C. Kvalita motorové nafty se udává cetanovým číslem, které vyjadřuje její vznětovou charakteristiku. Motorová nafta slouží mimo jiné jako palivo pro vznětové motory.[18]

Petrolej neboli kerosin (zastarale kerosen) je bezbarvá hořlavá uhlovodíková kapalina podobná naftě. Používá se jako palivo, jeho výhřevnost je 43,1 MJ/kg. Je stále používán v petrolejových lampách. V současnosti je používán v letadlech s tryskovým pohonem.[19]

Biopalivo představují způsob využití biomasy, jde o paliva vzniklá cílenou výrobou či přípravou z biomasy. Biopaliva mohou být tuhá, kapalná, plynná.[20]

Zemní plyn je přírodní hořlavý plyn využívaný jako významné plynné fosilní palivo. Jeho hlavní složkou je methan (obvykle přes 90 %) a ethan (1–6 %). Díky tomu, že obsahuje především methan, má v porovnání s ostatními fosilními palivy při spalování nejmenší podíl CO₂ na jednotku uvolněné energie. Je proto považován za ekologické palivo. Ve vozidlech se využívá ve stlačené podobě (CNG²).[21]

² CNG (anglicky Compressed Natural Gas) je stlačený zemní plyn. Je používán jako palivo pro pohon motorových vozidel a je považován za relativně čistější alternativu k benzínu a motorové naftě.

2.9.1 Palivové filtry

Palivové filtry zachycují nečistoty obsažené v **benzínu, motorové naftě** a instalují se dokonce v pohonech LPG, přitom účinně chrání přesné součásti palivového systému spalovacích motorů před rychlým opotřebením. Paliva obsahují **nečistoty pocházející z výrobního a distribučního procesu** jako prach, rez z vnitřních stěn nádrží, voda v níž žijící mikroorganismy mohou způsobit rychlé opotřebení vstřikovačů, čerpadel a ventilů regulátorů tlaku, které se nacházejí v nových motorech. Proto jsou do **každého palivového systému instalovány filtry**, optimálně přizpůsobené požadavkům motoru, kvalitě paliva a předpokládaným provozním podmínkám. **Požadavky na filtry jsou velmi vysoké.** U moderních motorů se vyžaduje zachycování nečistot o řádovém rozměru $3\div 5\ \mu\text{m}$ s účinností vyšší než 90%. [15]

Aby bylo možné těmto požadavkům vyhovět, instaluje se do palivového systému více než jeden filtr. Přitom na rozdíl od filtrace oleje, u filtrace paliva chybí obtokové ventily typu by-pass, které by zprůchodnily průtok paliva v okamžiku, kdy jsou filtry již ucpaný, protože zde platí pravidlo, že do spalovací komory patří pouze čisté palivo. Je proto lépe, když se motor zastaví pro nedostatek paliva (ucpané filtry), než kdyby pracoval na znečištěné palivo.[15]

Hlavní atributy palivových filtrů:

- optimální čištění paliva
- vyvarování se netěsností, které jinak mohou vést ke vznícení motoru
- prodloužená doba životnosti motoru
- bezporuchový chod motoru
- snížení spotřeby paliva a redukce výfukových plynů [16]

Typy palivových filtrů

Palivové filtry existují na trhu ve dvojím základním provedení, které může být dále zdokonalované a přizpůsobené dnešním vysokým nárokům zákazníka. Konstrukce palivových filtrů se může lišit z důvodu použití pro dieslové a benzínové motory. Současný stav trhu se vyznačuje tím, že nabízí velké množství filtrů v různém konstrukčním provedení, aby byly splněny vysoké nároky dnešní společnosti. Proto výrobci filtračních jednotek vyvíjí stále nové technologie, nejen aby konkurovali jiným výrobcům, ale aby se přizpůsobily pokroku vývoje této doby.

Dva základní typy filtrů

- Kazetové filtry (výměnné)
- In – line filtry

a) In-line filtr

Tyto filtry se montují do palivového potrubí. Těleso a filtrační vložka tvoří jednu jednotku, která se při provádění údržby vyměňuje. [15]

In - line filtry existují ve dvou provedeních:

- Plastové filtry
- Kovové filtry



Obr 13. I – line filtr [15]

b) Kazetový filtr

Tyto filtry tvoří celek z tělesa filtru a filtrační vložky. Kazetové papírové filtry se obvykle používají jako filtry pro důkladné čištění a jako filtry v soustavách s víceúrovňovou filtrací, a proto se často můžeme setkat s filtry tohoto typu s typickým kohoutkem na vypouštění vody umístěnou vně odlučovače. Vyměňují se v celku při provádění údržby. Tyto filtry mají speciální konstrukci šroubovaného ventilu pro vypouštění vody.[15]

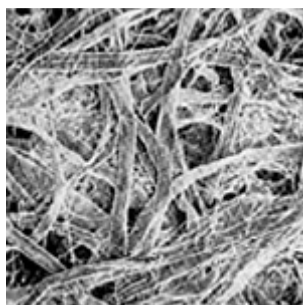


Obr 14. Kazetový filtr [15]

2.9.2 Vlastnosti filtračního materiálu u palivových filtrů

K filtraci paliva se používají **různé filtrační materiály** podle požadované **účinnosti a schopnosti absorbovat nečistoty**. U starších typů motorů se k předběžné filtraci používá **speciální polyesterová vlákna**, zatímco důkladná filtrace se provádí s **použitím papíru na bázi celulóзовých vláken impregnovaných fenolovými nebo epoxidovými pryskyřicemi s přídavkem syntetických vláken**. Díky vysoké náročnosti týkající se účinnosti a schopnosti absorpce nečistot jsou pro moderní motory projektovány **syntetické a polo-syntetické vícevrstvé materiály**, které selektivně zachycují nečistoty. Filtrační materiály určené k čištění motorové nafty se musí dále vyznačovat schopností **účinné separace vody** emulgované v palivu.(převzato ze zdroje[15])

Obr. 15. Struktura filtračního papíru pro filtraci paliva [15]



Zvětšení 60x



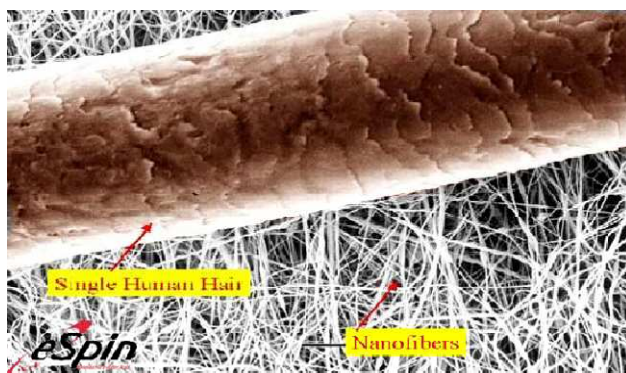
Zvětšení 200x

3 Inovace filtrů pomocí nanovláken

3.1 Nanovláknna

Nanovláknna jsou vláknité útvary materiálu o tloušťce menší než 1 mikrometr = 1000 nanometrů (nm). V současnosti nejefektivnější a pro průmyslové nasazení nejvhodnější metoda jejich výroby se nazývá elektrospinning.

Jde o proces, kdy se kapalná forma polymeru (roztok či tavenina) umístí na povrch vysokonapěťové zvlákňovací elektrody. Působením intenzivního elektrického pole se této polymerní kapaliny vytahují a následně dlouží vlákna. Zároveň dochází k tuhnutí (vysušování či chladnutí) materiálu vznikajících nanovláken, která dopadají na substrát kryjící protielektrodu a tvoří na něm neuspořádanou nanovláknennou textílii. Na obrázku 16 můžeme vidět nanovláknna v porovnání s lidským vlasem. [24]



Obr. 16. Lidský vlas v porovnání v nanovláknny [58]

3.2 Vlastnosti nanovláken

Vlastnosti nanovláknenných textilií lze vyjádřit např. plošnou hmotností (g/m^2), tlakovým spádem (Pa), propustností (litr/min/cm^2), maximální a střední velikostí pórů. Platí, že pro narůstající tloušťku nanovláknenné vrstvy vzrůstá plošná hmotnost a tlakový spád, klesá propustnost a zmenšují se póry. Vhodná volba tloušťky vrstvy závisí na konkrétním typu aplikace. Pro vzduchovou filtraci postačují plošné hmotnosti v řádech $0,01 \text{ g/m}^2$, pro kapalinovou filtraci je to nejméně o řád více. Pro speciální membrány s extrémně malými póry se plošná hmotnost může dostat až do řádu 10 g/m^2 . Díky extrémně velkému měrnému povrchu mají nanovláknena specifické vlastnosti. Velký měrný povrch je to nejpodstatnější, čím se odlišují nanovláknena od běžně používaných vláken. Další vlastnosti jako nízká hustota, velký objem pórů nebo malé velikosti průřezů pórů dělají z nanovláken vhodný materiál pro rozsáhlé použití nejen ve filtračních aplikacích.[24]

3.3 Výroba nanovláken technologií Nanospider

Tato technologie umožňuje průmyslově vyrábět nanovláknena o průměru $50\text{--}500 \text{ }\mu\text{m}$. V principu se jedná o modifikovaný způsob přípravy nanovláken a nanovláknenných vrstev metodou elektrostatického zvlákňování roztoků polymerů. Na rozdíl od ostatních vědeckých postupů nepoužívá Nanospider TM pro tvorbu vláken žádných trysek ani kapilár. K tomu slouží rotující válec částečně ponořený v roztoku polymeru.

Hlavní výhodou této technologie je výrazný vzrůst výrobní kapacity. Patent na novou technologii koupila od Technické univerzity společnost Elmarco, která s univerzitou i nadále spolupracuje. Společně zkonstruovaly řadu laboratorních zařízení určených pro výzkum a vývoj elektrospinningu, ale především pilotní linky pracující v šíři 1 m a průmyslové linky pracující v šíři $1,6 \text{ m}$.[24]



Obr. 17. Průmyslová linka na výrobu nanovláken Nanospider [20]

3.4 O společnosti Elmarco

Elmarco je první firmou na světě, která vyrábí a prodává zařízení na výrobu nanovláknenného materiálu v průmyslovém měřítku. Společnost je zároveň průkopníkem uplatnění nanovláken ve všech sférách lidského života, spolupracuje s předními českými i světovými univerzitami a průmyslovými společnostmi.

Firma byla založena v roce 2000 Ing. Ladislavem Marešem, působící původně jako subdodavatel v polovodičovém průmyslu. Od roku 2005 se jedna z divizí firmy Elmarco věnuje vývoji technologie Nanospider na výrobu nanovláknenných textílií. Tato technologie původně vznikla na Technické Univerzitě Liberec, kde byla patentována. Její základní myšlenkou je to, že elektrospinning nemusí zvláknovat jen z hrotů jehlových elektrod (běžná verze elektrospinningu), ale také z elektrod o velkém povrchu (válec) namáčených v roztoku či tavenině. Tím se dosahuje vyššího výkonu i lepší homogenity v porovnání s konkurencí. V současné době Elmarco nabízí celou řadu průmyslových linek i laboratorních zařízení typu Nanospider.[24]

3.5 Výhody a nevýhody nanovláken v kapalinové filtraci

Filtrační průmysl byl první, který začal používat nanovláknna v široké výrobní škále a porozuměl tak teoretickým aspektům jemných vláken ve filtračních médiích. Nanovláknna zaručují vysoký počáteční výkon malých částic a jsou schopná výrazně zvýšit nízký výkon aplikováním nanovláken do podkladového materiálu.

Výhodou nanovlákných textilií pro filtraci je především to, že lze dosáhnout stejné efektivity filtrace (poměr zachycených / nalétávajících částic) při nižších hodnotách „škodlivého“ tlakového odporu (tlakového spádu), než by bylo možno dosáhnout konvenčními materiály. Proto lze s nanovláknem vyrobit efektivnější filtr, který klade menší odpor proudění kapaliny. Důvody lepší efektivity zachytu jsou velký měrný povrch nanovláken, malé póry vrstvy a změny v charakteru proudění kapaliny nanovláknou vrstvou ve srovnání s jinými textiliemi. Pro regeneraci filtrů se často používá technika zpětných pulzů, kdy krátké intenzivní pulzy proudění v opačném směru, než je normální směr proudění, zbaví filtr nánosů zachyceného materiálu. Když je filtr vybaven nanovláknou vrstvou, částice se zachytávají na povrchu a k očištění filtru stačí méně pulzů než u normálních filtrů. Tím se výrazně prodlužuje životnost filtru.

Nevýhodou nanovlákných vrstev je nízká mechanická pevnost (mezi nanovláknem působí malé přitažlivé síly) a nízká přilnavost (adheze) k podkladu. Jen ve speciálních případech se proto nanovlákné vrstvy používají samostatně bez substrátu. Kromě filtrace kapalin a plynů nalézají nanovlákné textilie uplatnění také v mnoha dalších oborech. Na materiál nanovláken lze už při výrobě nebo dodatečně navázat různé funkční skupiny s chemickými či biologickými účinky. [24]

3.6 Nanovlákná v automobilovém průmyslu

V automobilovém průmyslu je velké množství potenciálního využití nanovlákných materiálů, které pozitivně ovlivňují výkon vozidel a výkonnost a spotřebu paliva, ale poskytují i komfortní cestování pro pasažéry. Požadavky na filtraci v moderních vozidlech se zvyšuje v důsledku vyššího výkonu motoru, přísnější environmentální legislativy a zvýšené nároky zákazníků s ohledem na bezpečnost a výkon silničního provozu a pohody ve vozidle.

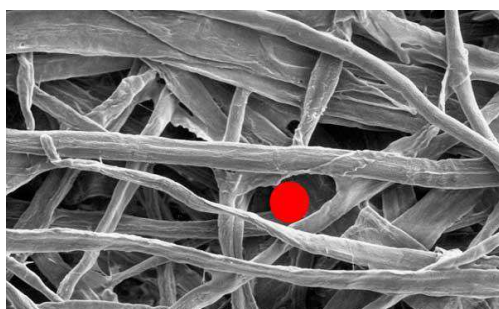
Hlavními výhodami nanovláken v palivových filtrech jsou:

- šetření paliva – účinné materiály s nízkou hmotností,
- menší znečištění, vyšší účinnost spalování – čistší vzduch a palivo v motoru,
- krátká doba nabíjení u elektrických automobilů.[25]

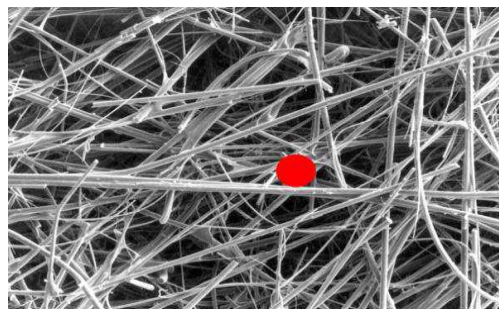
Také olejové filtry vyrobeny s použitím nanovláknenných materiálů přináší celou řadu výhod a úspory nákladů ve prospěch.

- delší servisní intervaly,
- prodlužuje životnost motoru (větší ochrana motoru),
- prodloužení životnosti zařízení,
- lepší tok oleje,
- snížení provozních nákladů.

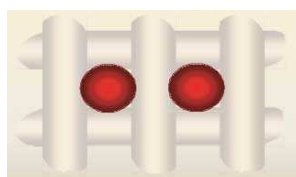
Běžné filtrační vložky olejových a palivových filtrů jsou v mnoha případech vyrobeny z celulózových vláken, která nejsou konzistentní ve velikosti a tvaru, což umožňuje projít větším nečistotám a vede k vyššímu omezení a snížení kapacity filtru, což je znázorněno na obrázku a). Nanovláknna díky svým malým průměrům a konzistenci tvaru a velikosti umožňují zachytávat menší částice a tak zadržovat více nečistot jak je vidět na obrázku b). Červený puntík představuje nečistotu o velikosti 20 mikronu.[26]



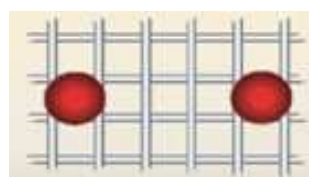
A) Obr 18. Celulóza [26]



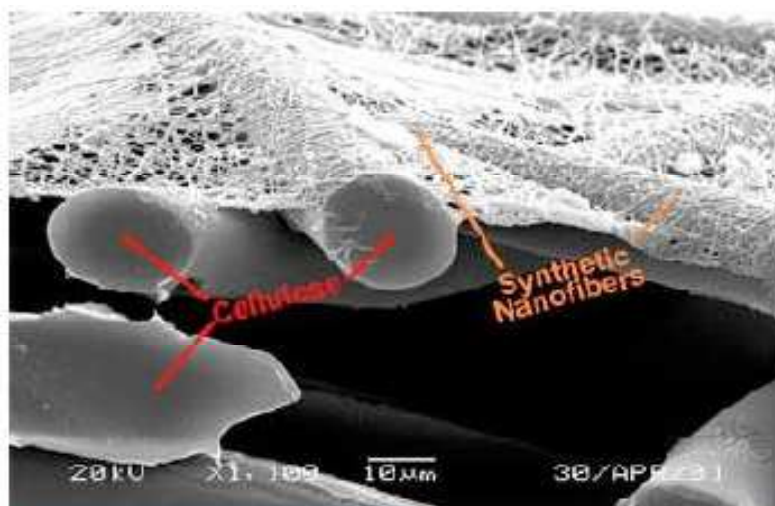
B) Obr 19. Nanovláknna [26]



Obr 20. Hustota celulózy[27]

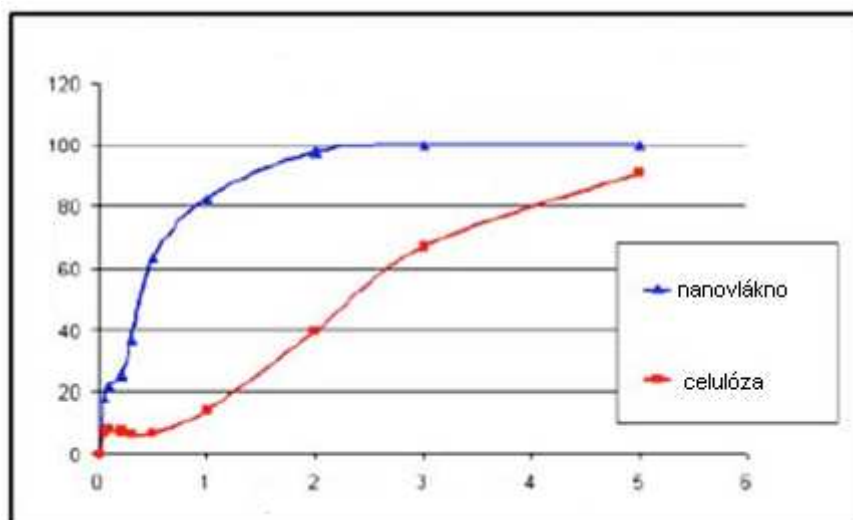


Obr. 21. Hustota nanovláken[27]



Obr. 22. Porovnání nanovláken s vlákny celulóзовými[28]

Zde na obrázku je na první pohled patrné, jak velký rozdíl je mezi jednotlivými vlákny. Vlákna celulózová mají mnohem větší průměry než nanovlákná.



Obr 23. Vyjádření filtrační efektivity (%) nanovláken a celulózy v závislosti na velikosti filtrovaných částic v mikrometrech. [28]

Pro porovnání filtrační efektivity nanovláken a běžně používaných celulózových vláken jsem převzala graf [28]. Je vidět že nanovlákná v porovnání s celulózou mají mnohem větší efektivity zachycení než celulóza. Dosahují 100% efektivity už pro částice velikosti 2 mikrony, zatímco celulóza dosahuje 100% efektivity až při velikosti filtrovaných částic okolo 5 mikronů.

4 Analýza tržního segmentu kapalinových filtrů pohonných hmot a olejů z pohledu velikosti trhu a jeho vývoje

Filtry jsou tradičně využívány v různých průmyslových segmentech a se zvyšující se poptávkou vozidel, se zvyšuje i poptávka po filtrech. **Automobilový průmysl je největším odběratelem a spotřebitelem olejových a palivových filtrů.** Olejové a vzduchové filtry patří mezi dva nejrozšířenější produkty vytvářející příjmy a růst segmentu filtrů v automobilovém průmyslu.

Evropa je vedoucím regionem v segmentu automobilových filtrů. V roce 2007 byla Francie největším trhem pro automobilové filtry v Evropě. Jako nejlukrativnější segment olejových filtrů se ukázal na trhu v roce 2007 německý automobilový průmysl.

Právní předpisy pro regulaci emisí vozidel jsou jedním z faktorů růstu automobilového průmyslu s filtry. Očekává se, že tento trh poroste ještě rychleji, než je naplánované zpřísnování předpisů pro emise motorových vozidel, které byla zavedeny u všech těžkých naftových (HDD) vozidel v Evropě v roce 2006 a ve Spojených státech v roce 2007.

Tato kapitola nabízí přehled největších světových výrobců, na trhu průmyslových filtrů. Mezi takové výrobce určitě patří Donaldson Company, Mann-Hummel, Mahle Industrial Filtration, Cummins Filtration, Hengst Filterwerke, Wix-filtron, Fram-Honeywell Consumer,

Všechny uvedené firmy jsou potenciálními zákazníky pro firmu Elmarco. Důležitou výjimkou je firma Donaldson, která je naopak nejdůležitějším nepřímým konkurentem.

Segment průmyslového trhu můžeme členit dle následujících charakteristik:

- Velikosti organizace
- Geografické umístění
- Odvětví
- Organizační struktura

4.1 Největší světový výrobci a potenciální zákazníci

4.1.1 Donaldson Company, Inc.

Tato americká firma je největší špičkou ve svém oboru. Společnost Donaldson zaujímá přední místo na celosvětovém trhu ve výrobě filtrů a jejich náhradních dílů. Byla založena roku 1915 a od toho roku zdokonaluje své hlavní přednosti - inovativní technologie, silné vztahy se zákazníky a širokou geografickou působnost. Plní také rozmanité a měnící se potřeby svých zákazníků. Dnes rozšířili svoje portfolio produktů a přerostla v celosvětovou společnost s více než 12 000 zaměstnanci. Působí globálně po celém světě ve více než 100 prodejních, výrobních a distribučních míst.

Jádrem jejich úspěchu je jejich filtrační technologie, která má za následek odborné znalosti v oblasti filtračních médií. **Je první celosvětovou firmou, která vyrábí a prodává filtry s použitím nanovláknenných materiálů.**[41]

Tab. 2 Srovnání provozních výsledků firmy Donaldson za poslední 3 roky (v milionech dolarů)[40]

| Provozní výsledky/Rok | 2007 | 2008 | 2009 |
|---|---------|---------|----------------|
| Čistá tržba/obrat | 1,918,8 | 2,232,5 | 1,868,6 |
| Podíl hrubé marže | 31,5% | 32,5% | 31,6% |
| Provozní výnosy v % | 11,0% | 11,0% | 9,1% |
| Čistý zisk | 150,7 | 172,0 | 131,9 |
| Návratnost vlastního kapitálu akcionářů v % | 25,7% | 25,2% | 18,5% |
| Návratnost investic | 21,5% | 20,6% | 14,2% |

4.1.2 Mann - Hummel

Německá firma vznikla v roce 1941. Skupina MANN+HUMMEL je koncern aktivní po celém světě s přibližně 12 400 zaměstnanci ve více než 41 podnicích. Je jednou z největších společností ve výrobě filtračních zařízení pro automobilový průmysl. Centrála je v německém městě Ludwigsburg. Společnost vyvíjí, vyrábí a prodává technicky náročné komponenty do motorových vozidel jako vzduchové filtrační systémy, systémy sání, kapalinové filtrační systémy a kabinové filtry pro automobilový průmysl stejně jako filtrační vložky pro údržbu a opravy vozidel. Filtry pro mezinárodní trh náhradních dílů se prodávají pod různými značkami, z nichž nejznámější je MANN-FILTER Na území ČR zastupují koncern Mann + Hummel dvě sesterské společnosti.

Společnost MANN+HUMMEL nyní nabízí multifunkční modul diesellového palivového filtru. Poprvé je použit v novém dvoulitrovém diesellovém motoru typu Common Rail³ francouzského koncernu PSA⁴.

Jejich posláním je prostřednictvím globalizace, inovací a zaměstnanců zvyšování ziskovosti. Neustále rozšiřují svou pozici na trhu pomocí inovací a zlepšování.[30]

Tab. 3. Mann – Hummel v datech za rok 2007- 2008 [31]

| | 2007 | 2008 |
|---|------------------------|------------------------|
| Tržby | 1,750 mill. EUR | 1,825 mill. EUR |
| Zisk před odečtením úroků daní (provozní hospodářský výsledek) | 92 mill. EUR | 65 mill. EUR |
| % z tržeb | 5.2% | 3.6% |
| Výsledky z běžné činnosti | 75 mill. EUR | 49 mill. EUR |
| % z tržeb | 4.3% | 2.7% |
| Roční čistý příjem | 57 mill. EUR | 31 mill. EUR |
| % z tržeb | 3.2% | 1.7% |
| Hrubý peněžní tok | 172 mill. EUR | 157 mill. EUR |
| % z tržeb | 9.8% | 8.6% |
| Celková aktiva | 1,142 mill. EUR | 1,190 mill. EUR |
| Akcionáři vlastního kapitálu | 365 mill. EUR | 375 mill. EUR |
| % z celkových aktiv | 32.0% | 31.5% |
| Odpisy hmotného majetku | 65 mill. EUR | 66 mill. EUR |
| Investice do hmotného majetku | 73 mill. EUR | 93 mill. EUR |
| Přidaná hodnota na zaměstnance | 73K EUR | 68 K EUR |
| Počet zaměstnanců na konci roku | 11,589 | 12,403 |

Tab. 4. Tržby podle geografických oblastí za rok 2007- 2008 a % podíl[32]

| | 2007 (EUR) | % podíl | 2008 (EUR) | % podíl |
|---------------------|-------------------|----------------|-------------------|----------------|
| Evropa | 1,252 932 | 71,6 | 1,282 481 | 70,3 |
| Amerika | 418 718 | 23,9 | 391 850 | 21,5 |
| Asie | 72 456 | 4,1 | 140 962 | 7,7 |
| Zbytek světa | 6 148 | 0,4 | 9 816 | 0,5 |
| Celkem | 1 750 254 | 100,0 | 1 825 109 | 100,0 |

³ Common Rail je celosvětově nejrozšířenější systém přímého vysokotlakého vstřikování nafty u vznětových motorů.

⁴ PSA Peugeot Citroën (dříve Peugeot Société Anonyme) je francouzský výrobce automobilů a motocyklů prodávaných pod Peugeot a Citroën Marques . PSA je druhým největším výrobcem automobilů

4.1.3 Mahle Industrial Filtration

Německá firma s mnohaletou zkušeností v oblasti průmyslové filtrace od roku 1960. Působí celosvětově v Evropě, Asii, a jižní a severní Americe. Společnost MAHLE je jedním z 30 největších firem v automobilovém dodavatelském průmyslu po celém světě. Jejich výrobní program zahrnuje průmyslovou filtraci, filtry a filtrační systémy, zařízení a příslušenství pro kapalinovou filtraci, automobilové filtrační systémy. Tato firma byla vždy průkopníkem, pokud jde o technologické novinky pro spalovací motory. Jejich vývojová centra fungují tak, aby mohli neustále nabízet zákazníkům na celém světě nová řešení obtížných problémů týkající se snížení spotřeby paliva a emisí výfukových plynů a tak prodloužit životnost motoru.[33]

Tab. 5 Mahle Industrial Filtration v datech [34]

| Rok/ (milion EUR) | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|
| Tržby | 4,122 | 4,314 | 5,060 | 5,014 | 3,864 |
| Zisk před odečtením úroků, daní, odpisů a amortizace | 642 | 598 | 632 | 498 | 264 |
| Zisk před odečtením úroků a daní (provozní hospodářský výsledek) | 341 | 319 | 349 | 160 | -100 |
| Výnosy z běžné podnikatelské činnosti | 275 | 295 | 308 | 85 | -165 |
| Čistý zisk/ztráta | 159 | 192 | 223 | 22 | -379 |
| Dlouhodobý hmotný majetek | 1,239 | 1,235 | 1,430 | 1,569 | 1,491 |
| Kapitálové výdaje na dlouhodobý hmotný majetek (bez první konsolidaci) | 288 | 264 | 309 | 415 | 172 |
| Vlastní kapitál | 1,271 | 1,363 | 1,538 | 1,511 | 1,157 |
| Dividendy vyplácené MAHLE GmbH | 6,3 | 6,0 | 7,0 | 3,0 | 3,0 |
| Výrobní místa | 80 | 80 | 110 | 115 | 115 |
| Počet zaměstnanců k 31. 12. téhož roku | 37,419 | 38,603 | 47,877 | 49,262 | 43,489 |

4.1.4 Hengst Filtrwerke

Hengst vyrábí moderní filtrační systémy a konstrukční části motoru. Tradici kombinuje s inovací. Je také velmi uznávaným dodavatel pro mezinárodní automobilový průmysl a vyrábí produkty nejvyšší kvality pro OEM, stejně jako celosvětový trh s náhradními díly. Hengst také vyvíjí vlastní řešení pro téměř všechny průmyslové a environmentální aplikace filtrace. Program firmy Hengst zahrnuje výrobu pro motorový a automobilový průmysl dále průmyslovou techniku a techniku z oblasti životního prostředí. Svůj vývoj směřuje na výrobu palivových, olejových a kabinových filtrů a filtrační vložky ENERGETIC vhodné i pro motory bio-diesel, ale i tradiční filtrační vložky. [35]

Filtrační systém ENERGETIC, jehož přednosti jsou zejména snadná manipulace při servisu a ohleduplnost k životnímu prostředí, se v současné době nachází na trhu ve své 3. generaci. Tento trend byl mimo jiné umožněn vývojem výroby motorových olejů. Tradiční filtrační vložky s lepeným koncovým uzávěrem, nemohly s tímto vývojem držet krok. U 3. generace byl filtrační obtokový ventil (By – pass ventil) umístěn v horní části filtru, tedy na místě, které je nejméně znečišťováno. Ventil se nachází v koncovém uzávěru filtrační vložky a je automaticky vyměňován spolu s vložkou. Touto pozoruhodnou technologií vznikl patentovaný filtrační systém, který je dnes ve zvýšené míře používán již v prvovýrobě.[36]

4.1.5 Wix- filtron

Wix-filtron je polský výrobce a distributor filtrů pro automobilový průmysl, stroje a motory. Jejich činnost byla zahájena v roce 1982. Jsou členem mezinárodního motorizačního koncernu AFFINIA Group⁵, který je součástí americké kapitálové skupiny The Cypress Group⁶ se sídlem v New Yorku.

Jejich obchodní nabídka tvoří více než 2077 druhů filtrů v tovární kvalitě pro téměř všechny značky automobilů. Z toho 345 typů olejových filtrů a 369 palivových. Nyní zaměstnávají více než 1 033 osob. V roce 2007 prodali 45 mil. ks filtrů. Mají 29% podíl na polském trhu s filtry a 71% jde na export do Německa, Velké Británie, Francie, Irsko, Švédska, Švýcarska, Ruska, Itálie, Bulharska, České republiky, Maďarska, na Ukrajinu, do Ameriky a do Afriky. [37]

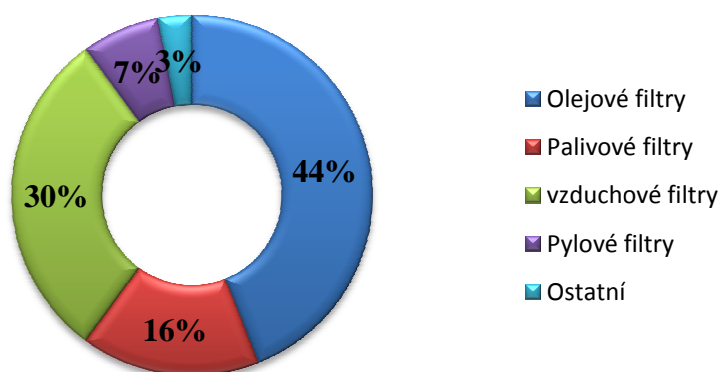
⁵ Affinia Group Inc, přední designer, výrobce a distributor automobilových součástí na trhu s náhradními díly.

⁶ Cypress Group je soukromá investiční společnost se zaměřením na účelový odkup akcií investice do společností v celé řadě průmyslových odvětví.

Tab. 6 Wix-filtron v datech[41]

| Nárůst tržeb v mil. PLN | 2007 | 2008 | 2009 |
|---|------|------|------|
| Čistá tržba | 302 | 309 | 433 |
| Nárůst prodeje filtrů v milionech kusů | 2007 | 2008 | 2009 |
| Prodej filtrů | 44,9 | 45,6 | 51,0 |

Struktura prodeje podle objemu



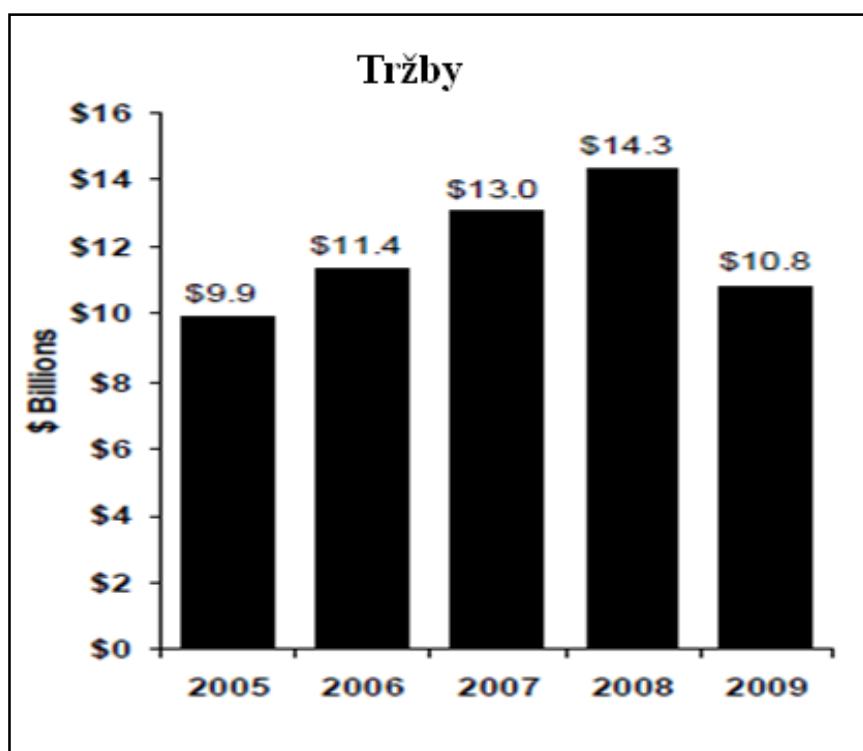
Graf. 1 Ukázka prodeje jednotlivých filtrů[41]

4.1.6 Cummins, Inc

Tato americká společnost je čelní světový návrhář a výrobce filtračních produktů a odsávacích systémů pro dieselové motory. Společnost byla založena roku 1958 a během let vybudovala největší distribuční síť čítající více než 23 tisíc dealerských míst. Cummins Filtration je nejen výrobcem filtrů, ale ve spolupráci s výrobcí motorů a zařízení OEM, kterých jsou stovky, vyvíjí filtrační systémy přímo na míru zákazníků. Patří mezi mezinárodní špičku v oblasti designu a výroby nových produktů pro filtraci vzduchu, paliva, oleje a výfukových systémů (Nelson®). [38]

Tab. 7 Finanční výsledky firmy Cummins, Inc (v milionech dolarů)[50]

| Finanční výsledky za rok 2009 | |
|--------------------------------|----------|
| Tržby/ výnosy | \$10,800 |
| EBIT ⁷ | \$774 |
| Čistý výnos/zisk | \$428 |
| EPS ⁸ | \$2,16 |
| Cash flow z provozní činnosti | \$1,100 |
| Průměrná hodnota čistých aktiv | 16% |
| Návratnost vlastního kapitálu | 11% |



Obr. 24 Přehled tržeb od roku 2005-2009 (v bilionech dolarů)[51]

⁷ EBIT - zisk před odečtením úroků a daní (provozní hospodářský výsledek)

⁸ EPS - Earnings per Share - čistý zisk na akcii - ukazatel tržní hodnoty podniku rovnající se podílu čistého zisku a počtu splacených akcií

Tab. 8 Výsledná tabulka porovnává tržby za rok 2008-2009

| Rok | Mann-Hummel | Mahle | Donaldson | Wix-filtron | Cummins |
|-------------|--------------------|---------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| 2008 | 1,826 mil EUR | 5,014 mil EUR | 2,232,5 mil USD | 309 mil PLN | 14,300 mil USD |
| 2009 | | 3,864 mil EUR | 1,868,6 mil USD | 433 mil PLN | 10,800 mil USD |

Tab. 9. Seznam dalších možných potenciálních zákazníků[49]

| | |
|--------------------------------|--|
| Ahlstrom Engine Filtration, | LLC Interfil, S.A. de C.V. |
| Allomatic Products Company | K & N Engineering |
| Baldwin Filters | Lydall Filtration / Separation, Inc. |
| Bike Alert, Inc. | Manufacturas y Conversiones S.A. de C.V |
| Camfil Farr Company | North American Filter Corporation, Inc. |
| Central Illinois Manufacturing | NTZ Micro Filtration |
| Champion Laboratories, Inc. | Parker Hannifin Corporation - Filtration |
| Inducontrol, S.A. de C.V. | Parker Hannifin Corporation - Seal Group |
| DENSO Sales California, Inc. | Purolator Filters NA, LLC |
| Dynic USA Corporation | Robert Bosch LLC |
| Filtertek, Inc. | Rostar Auto Filter |
| Filtrec North America Ltd. | Products Group S & B Filters, Inc. |
| Freudenberg Nonwovens | SOGEFI North America - Filter Division |
| Grand River Rubber & Plastics | SPX Filtran |
| UFI Filters USA, Inc. | |

5 Nejdůležitější výrobci technologie nanovlákených materiálů

5.1 Potenciální konkurenti firmy Elmarca

Hrozba vstupu potencionálních nových konkurentů do odvětví záleží především na výši bariéry vstupu do odvětví. Joe Bain⁹, za hlavní tři překážky vstupu do odvětví považuje:

- Oddanost zákazníků
- Absolutní nákladové výhody
- Míru hospodárnosti [52]

5.1.1 Existují dva typy konkurence přímá a nepřímá

Ve výrobě strojů nemá firma Elmarco zatím žádnou přímou konkurenci. Menší výrobci možná nabízejí malé stroje zvláknující z pole jehel, ale rozhodně nejsou vnímáni jako silná konkurence pro Elmarco.

Zato existuje nepřímá konkurence – firmy prodávající nanovlákené materiály, aniž by odkryly, jakou technologii pro jejich výrobu používají. Klidně se tak může stát, že tyto firmy uvnitř továrny používají něco, co je podobné technologii Nanospider, ale nemůžou to prodávat jako stroj, protože přihlášku patentu už podalo Elmarco. Taková firma ale může bez problémů prodávat nanovlákený materiál.

Největší konkurent tohoto typu je americká firma Donaldson (blíže popsána již v předešlé kapitole), která má svoji vlastní technologii na výrobu nanovlákených materiálů, nikdo ovšem neví, na jakém principu je technologie založena, ani samotná firma Elmarco. Pak určitě firma H&V, a také nějaké pokusy dělá firma DOW a jiní.[53]

5.1.2 Hollingsworth and Vose

Hollingsworth a Vose je vedoucím v oblasti výroby kvalitních materiálů pro vysoce efektivní filtraci kapalin. Jsou oddáni myšlence vyvíjet a dodávat tyto nové materiály na světový trh. Tento inovativní postoj jejich firmy vedl k vývoji nanovlákených membrán s vlákny o průměru 0.3 do 0.5 mikrometru.

⁹ Joe S. Bain (narozen 04. 7. 1912, Spokane ,Washington, USA – zemřel 07. 9. 1991, Columbus, Ohio) byl americký ekonom, a jeden ze zakladatelů průmyslové ekonomie .

HV Nanoweb technologie jsou specificky navrženy dle striktních požadavků mnoha aplikací kapalinové filtrace. **Díky využití syntetických kompozitních materiálů jsou efektivnější než běžně využívané materiály a jsou tak vhodnou volbou pro filtraci paliv a maziv.**

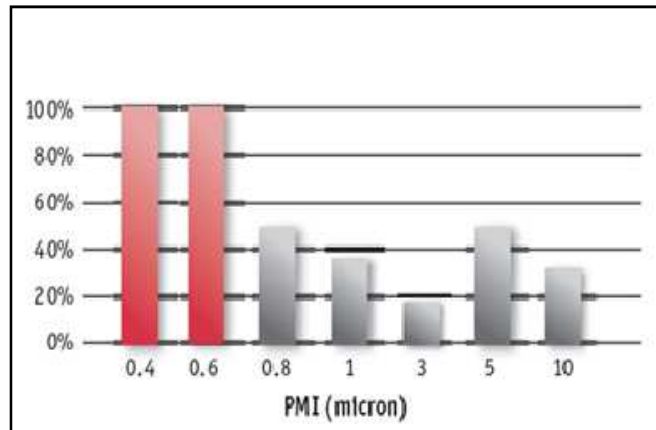
Technologie NANOWEB je navržena pro specifické potřeby kapalinové filtrace. S takto zvýšenou efektivitou jsou NANOWEB syntetické vrstvené (kompozitní) filtry určeny rostoucím potřebám účinné mikrofiltrace stejně jako předfiltrace (zpětná osmóza a ultrafialové membrány) jež sou potřebné v řadě aplikací filtrace kapalin. Mezi tyto aplikace se řadí zejména filtrační technologie v potravinářském průmyslu, včetně filtrace nápojů. **Nanovlákná jsou také vhodnou volbou pro filtrace v oblasti paliv a maziv.** Tloušťka dodávaných filtračních materiálů se pohybuje v rozmezí 100 – 200 mikrometrů a je přímo optimalizována pro vlastnosti a pracovní prostředí dané aplikace. HV NANOWEB technologie nabízí zvýšenou účinnost filtrace s nižším poklesem tlaku při průtoku než je u filtrace pomocí konvenčních filtračních materiálů.

Tohoto jevu je dosaženo nanovláknennou technologií, jejíž struktura vytváří milióny syntetických pórů, které fungují jako velmi účinné filtrační médium. **Závěrem lze říct, že HV NANOWEB nabízí průměrně o 40% vyšší poréznost ve srovnání s ostatními dostupnými produkty.[43]**

HV NANOWEB media lze charakterizovat řadou unikátních vlastností a výhod pro aplikace v oblasti filtrace tekutin:

Tab. 8 Shrnutí nejdůležitějších vlastností materiálu NANOWEB[43]

| | |
|-------------------------|---|
| 100% | Nabízí široký rozsah pH kompatibility a dovoluje využití ve většině |
| Vlastní substrát | NANOWEB materiál nevyžaduje podpůrnou vrstvu pro ochranu. Každopádně se doporučuje řídké pletivo pro nařazení filtru. |
| Čistota | Nanovlákná produkované spinningem do svého okolí nevyučují žádné škodliviny. Zatížení filtru nemá vliv na výkonnost, a tudíž nehrozí únik nečistot a znečištění výtoku filtrovaného média. |
| Trvanlivost | NANOWEB nabízí vysokou pevnost a konstantní účinnost filtrace po celou dobu životnosti filtru |



Obr 25. Porovnání propustnosti porézním materiálem NANOWEB a vrstvy meltblown[43]

Na ose X je střední velikost póru a na ose Y je nárůst permeability (propustnost). Jak je vidět nanovláknenná vrstva s malými póry, která je na obrázku vyznačena červeně je mnohem propustnější pro vzduchovou hmotu než vrstva meltblown s velkými póry.

5.2 Světová produkce motorových vozidel

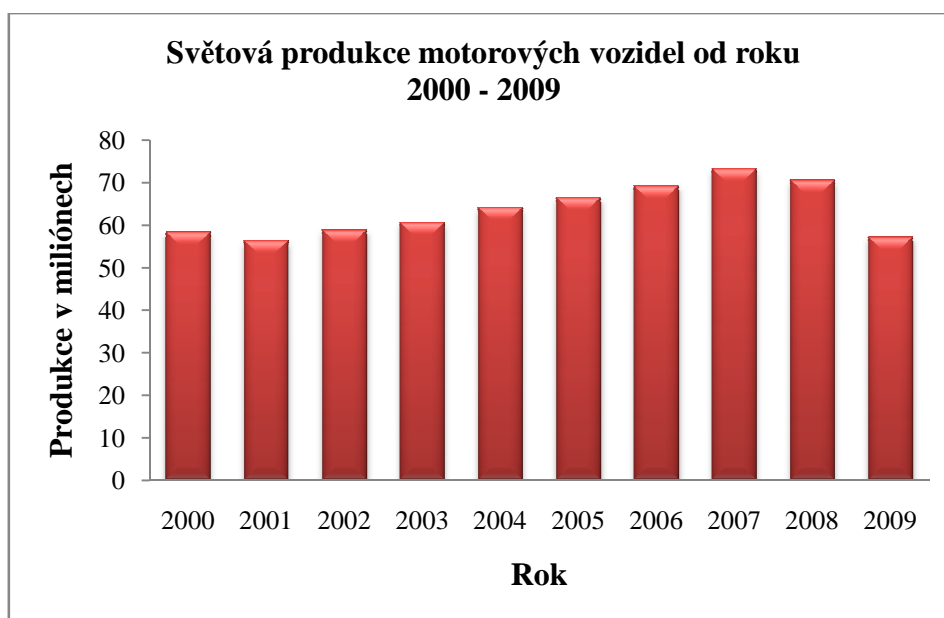
Od roku 2000 do roku 2009 se ve světě vyrobilo víc jak 600 milionů motorových vozidel. Mezi motorová vozidla řadíme osobní automobily, lehká vozidla, těžká nákladní auta (kamiony), autobusy a motocykly. Osobních automobilů se v roce 2008 vyrobilo 55,8 miliónů. Dále 10,7 miliónů lehkých motorových vozidel, 2,6 těžkých motorových vozidel (nákladní vozy, kamiony) a 464 tisíc autobusů.

Nejvíce motorových vozidel bylo v roce 2008 vyrobeno v Asii 31,2 mil., potom následuje Evropa 21,7 mil. dále Amerika 16,9 mil. a poslední Afrika 583 tisíc.[54]

Pro lepší přehlednost jsem počet vyrobených motorových vozidel na celém světě od roku 2000-2009 seřadila do následující tabulky 10. a dále uvedla i graf 2.

Tab. 10 Přehled světové produkce motorových vozidel[54]

| Rok | Světová produkce motorových vozidel v (mil.) |
|---------------|---|
| 2000 | 58 374 162 |
| 2001 | 56 325 267 |
| 2002 | 58 840 299 |
| 2003 | 60 599 287 |
| 2004 | 64 165 255 |
| 2005 | 66 465 408 |
| 2006 | 69 222 975 |
| 2007 | 72 178 476 |
| 2008 | 69 561 356 |
| 2009 | 57 200 000 |
| Celkem | 632 932 845 |



Graf 2 Světová produkce motorových vozidel od roku 2000- 2009[vlastní zdroj]

Pro lepší orientaci o produkci v jednotlivých letech od roku 2000 do současnosti jsem uvedla následující graf. Z grafu můžeme vyčíst, že produkce motorových vozidel od roku 2001 stále rostla, až v roce 2008 klesla zhruba o 3 milióny oproti roku 2007. Tento pokles má za následek celosvětová hospodářská krize. Ani v roce 2009 si produkce automobilů moc nepolepšila. Výroba nepřesáhla ani hranici 60 miliónů. Produkce dosáhla okolo 57,2 miliónů vozidel, což se dostala k hranici kolem roku 2000-2002.

Podle nejnovější předpovědi analytické společnosti Pricewaterhouse Coopers (PwC) se odhaduje, že **v letošním roce 2010 stoupne celosvětová produkce automobilů z loňských 57,2 miliónů na 65 miliónů vozů**. Nicméně produkce podle tohoto nového odhadu pořád zaostane za výrobou z roku 2008, kdy bylo vyrobeno zhruba 69 miliónů vozů.[29]

Automobilový trh se začíná postupně zotavovat díky oživení světové ekonomiky. Motorem růstu prodeje automobilů by měly být trhy v Severní Americe a Asii, zejména Čína. V Číně by měla letos výroba automobilů podle PwC stoupnout na 13 milionů vozů z loňských 11 miliónů.[29]

Výzkumná společnost J. D. Power and Associates¹⁰ nedávno předpověděla, že celosvětový prodej automobilů v letošním roce stoupne o 4% na 66,9 miliónů vozů.

Ve Spojených státech letos J. D. Power očekává nárůst prodeje na 11,7 milionu vozů z loňských 10,4 milionu. V západní Evropě by však měl prodej kvůli ukončování programů šrotovného klesnout o osm procent na 13,7 milionu aut. [29]

5.3 Růst a vývoj automobilového průmyslu na celém světě

Když by nějaký cizinec měl přistát na naší planetě, první věc, kterou by zaznamenal o naší zemi je množství aut všude na ulicích. Viděl by, různé tvary, velikosti, barvy a mnoho různých značek. Snažil by se o jejich počítání, ale ztratil by rychle přehled, protože žádný mozek nedokáže pochopit tak velké číslo. V roce 1900 existovalo pouze 4 192 osobních automobilů vyrobeno v USA (pouze tato země, byla výrobcem automobilů). Nebyly zjištěny žádné autobusy nebo nákladní automobily. V roce 1985 tam bylo zaznamenáno 109 milionů automobilů. Dnes, s desítkami zemí, které se účastní výroby automobilů, tento počet je šestkrát větší.[47]

Odhaduje se, že existuje asi 600 milionu motorových vozidel, které jsou řízeny na ulicích naší zemi. Největší výrobci jsou Japonsko, které vyprodukovalo **8 056 000** vozů v roce 1998, USA **5 554 000** a Německo **5 348 000**. [47],[48]

S plynoucím časem, se tato čísla mění a rychle rostou. Například, v roce 1960 Japonsko vyrobilo **185 000** vozů, ale na konci roku 1990 to bylo téměř 10 milionů za rok.

¹⁰ JD Power and Associates je celosvětová marketingová firma informačních služeb založené v roce 1968 James David Power III

Předpokládá se, že při této míře růstu, počet automobilů na světě se zdvojnásobí během příštích 30 let. V této době vědci předpovídají, že přetížení dopravy bude 10 krát horší než je tomu dnes. Pokud v roce 2001 je obtížné přejít hlavní ulici, aniž bychom museli čekat pět minut, než se provoz zastaví, jak dlouho bude člověk muset čekat v roce 2050.

V dnešním světě můžeme předpokládat, že existuje více než 600 milionů motorových vozidel. Je-li současným trendem pokračovat ve výrobě, tak počet aut na naší planetě se zdvojnásobí v příštích 30 letech.[47]

5.4 Odhad roční spotřeby olejových a palivových filtrů

Spotřeba olejových a palivových filtrů se dá odhadnout od roční produkce motorových vozidel. I když ne všechny vyrobené filtry jsou použity do nově vyrobených automobilů. Tedy můžeme odhadnout, že při roční produkci motorových vozidel v roce 2009 kdy bylo vyrobeno na celém světě 57,2 miliónů lze předpokládat i stejně velkou spotřebu olejových i palivových filtrů. Doba výměny olejového filtru je od 1 roku do 2 let a dá se tedy předpokládat, že olejový filtr měníme minimálně jednou ročně. Jelikož v dnešním světě existuje více než 600 milionů motorových vozidel, bude roční spotřeba olejových filtrů $600 + 57,2$ milionů. Výsledkem je 657 200 000 spotřeby olejových filtrů za rok.

U palivových filtrů kde se výměna provádí po 60 tisících najetých kilometrech lze předpokládat další spotřebu o něco menší. Řidiči, kteří jezdí dennodenně, a patří to k jejich povolání, najedou 60 tisíc kilometrů zhruba za 2 i 1 rok, ovšem řidiči, kteří jezdí jen tak občas (svátečně), zde to odhaduji na 6 i více let. Odhad výměny palivových filtrů ročně 200 milionů.

Roční výroba filtrů v USA

Každý rok se v USA vyrobí okolo 400 miliónů filtrů, a dalších 20 milionů je importováno. Dohromady se v USA vyrobí ročně okolo 420 milionů olejových filtrů. Okolo 45% odběratelů filtrů jsou „domácí kutilové“, opravující osobní automobily.

6 Technicko – ekonomické zhodnocení

Při technické zhodnocení jsem se zaměřila na vymezení nejdůležitějších vlastností a parametrů technologie Nanospider™ a krátce je popsala. Dále toto zhodnocení spočívá ve stanovení cen na produkci nanovlákných vrstev pro výrobu filtračních vložek olejových a palivových filtrů, kde byla nejprve potřeba odhadnout velikost filtrační plochy filtru v m². Důležitým krokem bude porovnávání cen filtračních vložek bez nanovláken s filtry s nanovláknem. Je zde také řešena otázka kolik bude potřeba výrobních linek, tedy jak bude velká investice, pro 5% a 20% obsazení celosvětového trhu nanovláknými filtry.

6.1 Technické zhodnocení

Při výrobě nanovláken byla použita technologie Nanospider™. Tato unikátní technologie se hlavně vyznačuje svou jedinečností a jednoduchostí a řadou dalších předností a výhod např. vysokou výrobní kapacitou a kvalitou, hospodárným provozem a snadnou údržbou, vysokým rovnoměrným nanosením nanovlákné vrstvy a flexibilitou používání mnoha různých polymerů a podkladových materiálů, které jsou podrobněji popsány níže. [44]

Jedinečnost

U technologie Nanospider™ lze stanovit všechny výsledky při výrobě nanovláken pomocí přesného nastavení celé řady výrobních parametrů, které jsou pro konečný výrobek rozhodující:

- parametry roztoku (vodivost, teplota, povrchové napětí, atd.)
- parametry okolního prostředí (teplota, vlhkost, atd.)
- základní parametry materiálu (povrchový elektrický odpor, atd.)
- parametry zařízení (napětí, vzdálenost elektrod, atd.) [44]

Jednoduchost

Technologie využívá jednoduše tvarovaných elektrod, které jsou částečně ponořeny do polymerního roztoku, jsou mechanicky prosté a neobsahují žádné části, které by se mohly snadno zablokovat (v porovnání s elektrospinningem používajícím trysky). [44]

Produktivita & kvalita

Počet vláken vyrobených na jednom zvlákňovacím zařízení je udáván vzdáleností Taylorových kuželů. Při procesu zvlákňování z volné hladiny roztoku polymeru v elektrickém poli je tato vzdálenost udávána přirozeným samo-přizpůsobením Taylorových kuželů. Čím vyšší počet Taylorových kuželů, tím vyšší je nejen produktivita, ale i homogenita a konzistentnější morfologie nanovláknenné vrstvy.

Vysoká produktivita nanovláken se vyznačuje:

- Vysoce výkonné zvlákňovací hlavy (žádné trysky).
- Efektivní pracovní šířka: až 1,6 m (64").
- Vysoká doba provozuschopnosti (> 90%).
- Modularita technologie umožňuje přidat ke stávajícím unitům další a dosáhnout tím urychlení výroby

Prvotřídní kvalita nanovláken se vyznačuje

- Jedinečná struktura a homogennost vláken.
- Možná kontrola průměru vláken, středního průměru $\pm\%$.
- Řízená výrobní rychlost (čím jemnější vlákna, tím nižší produktivita).
- Přímá kontrola nanovláknenné homogenity.
- Přímé diferenční měření poklesu tlaku.
- Indikace zvlákňovacího procesu (pomocí elektrického proudu).[44],[46]

Flexibilita

Technologie Nanospider™ je velmi flexibilní a umožňuje výrobu takové nanovláknenné vrstvy, která nejlépe vyhovuje požadavkům na konečný produkt. Umožňuje využít široké spektrum využitelných materiálů pro zpracování. Je zde také možnost využití mnoha různých podkladových materiálů a snadné uzpůsobení parametrů procesu k dosažení optimální nanovláknenné vrstvy. Elmarco je schopné optimalizovat všechny kritické parametry, jako jsou:

- Konfigurace zařízení Nanospider™
- Vlastnosti a správná volba vhodného polymeru
- Vlastnosti a správná volba vhodného podkladového materiálu (substrátu)[44],[46]

Snadná údržba a hospodárny provoz

Snadná údržba této unikátní technologie spočívá:

- Snadné čištění (žádné trysky=žádné ucpávání).
- Ergonomický tvar umožňuje snadný přístup ke všem částem.

Hospodárny provoz spočívá:

- Vysoký výkon.
- Krátká doba pravidelných servisních odstávek/ dlouhé užívání.
- Nízké provozní náklady.
- Nízká spotřeba elektrické energie na výrobu.
- Nízká spotřeba surovin.
- Krátkodobá obsluha personálem.[46]

Vysoký stupeň bezpečnosti

- V souladu s CE standardy.
- Masivní konstrukce navržena pro bezpečnou manipulaci s vysokým napětím a výbušnými parami.
- Kontrolovaná atmosféra zajišťující bezpečné nevýbušné prostředí.
- Regulovaná ventilace zvlákňovací komory (automatické zastavení v případě aktivace poplašného zařízení, přívod inertizujících plynů).
- Dvojitý plášť (atmosféra s nižším tlakem vzduchu mezi zvlákňovací komorou a vnějším pláštěm).
- Vybíjecí tyč sloužící k vybití zbytkového el. náboje na zařízení.
- Vícečetná zařízení pro automatické vypnutí v případě nouze.[46]

Mezi nejdůležitější parametry technologie NanospiderTM patří:

- parametry vláken,
- parametry vrstvy,
- parametry produkce.

Všechny tyto důležité parametry jsou shrnuty v následující tabulce 14, kde je dále popsán měrný údaj, jednotky, vlastnosti technologie NanospiderTM jednotlivých parametrů.

Nejdůležitější parametry této technologie jsou shrnuty v následující tabulce 14.[45]

| Měrný údaj | | Jednotky | Vlastnosti technologie Nanospide™ |
|--------------------|--|---|---|
| Parametry vláken | Střední hodnota průměru vláken | nanometry (nm) | 50, 100, 150, 200, 250 nebo více. |
| | Standardní odchylka středního průměru vlákna | standardní odchylka (udávána v % střední hodnoty, značena jako s) | Obvyklý rozptyl průměrů vláken je 30%. Může být změněn s ohledem na požadavky aplikace. |
| | Délka nanovlákn | deniery (gramy na 9,000 metrů) nebo dtex (g/10'000m) | <0.0001 dernier nebo dtex |
| Parametry vrstvy | Plošná hmotnost vrstvy | g / m ² | Nejnižší plošná hmotnost vrstvy v průmyslovém využití je 0.03 g/m ² . Nejvyšší dosud byla 50 g/m ² . |
| | Hustota vláken | m vlákna / g/m ² | Závisí na obvyklém průměru vláken, g/m ² a druhu polymeru. |
| | Tloušťka vrstvy | mikrometry | 1 – 500 μm |
| | Terciální struktury | různé | Naše zařízení je schopné vyrábět dutá a rozvětvená vlákna. Byly již vytvořeny i další tvary, např. kapslovité/ pouzdrovité. Dále lze do nanovláken zabudovat nanočástice nejrozumnějšími způsoby. |
| Parametry produkce | Výrobní rychlost | m/min | 60 m / min na jedné výrobní lince. |
| | Šířka vyráběného materiálu | m | Aktuálně do 1.6 m. |
| | Roční objem | m ² /rok | U PVA je to 50mil. metrů čtverečních za rok, při obvyklém průměru vláken 200 nm a standardní odchylkou 30%, 0.03 g/m ² . |

6.1.1 Vhodné polymery pro výrobu nanovláknenné vrstvy

Polymery vhodné na výrobu nanovláknenných vrstev pro aplikaci filtračních vložek do olejových a palivových filtrů jsou polymery, které musí být chemicky odolné vůči rozpouštědlům dále odolné proti teplotě, aby nedocházelo k rozkladu nebo narušení nanovláknenné vrstvy. Jako nejvhodnější se jeví polymer PVDF (Polyvinylidenfluoride) nebo PAN (polyakrylonitril).[53]

PVDF (Polyvinylidenfluorid) - fluoropolymer má právě vynikající chemickou odolností vůči kyselinám a zásadám, široký teplotní rozsah použitelnosti od - 30 do + 150 C°, nesnadno hoří, odolný vůči povětrnostním vlivům a stárnutí. Také velmi dobré dielektrické vlastnosti.

6.1.2 Modelový případ pro výpočet ceny nanovláknenných vrstev

Výpočty, které jsou uvedeny v následující tabulce firma Elmarco sestavila sama na základě vybraného polymeru a použití pro olejové a palivové filtry, pomocí svých vzorců a simulací, které pro mě nebyly zveřejněny. Cena produkce s linkou je uvedena i s odpisy po dobu 4 let. Pro výpočet ceny nanovláknenných vrstev jsem si vybrala položky, které jsou v tabulce označeny červeně.






| Nanovláknna PVDF | | | | |
|---|------------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| Modelový případ pro výpočet ceny nanovláknenné vrstvy pro olejové a palivové filtry | | | | |
| plošná hmotnost g/m2 | poloměry nanovláken nm | produkce nanovláken m2/den | cena produkce bez linky USD/m2 | cena produkce s odpisy USD/m2 |
| 1 | 250+/-100 | 511 | 2,8 | 4,3 |
| 1 | 250+/-100 | 1022 | 2,3 | 3,4 |
| 1 | 250+/-100 | 2044 | 2,1 | 2,9 |
| 2 | 250+/-100 | 258 | 5,5 | 8,6 |
| 2 | 250+/-100 | 516 | 4,6 | 6,8 |
| 2 | 250+/-100 | 1032 | 4,2 | 5,8 |

Tab. 15 Modelový případ pro výpočet ceny nanovláknenné vrstvy PVDF[53]

Výpočet spotřeby materiálu filtrační vložky

Abych mohla vypočítat cenu nanovláknových filtrů pomocí předešlé tabulky byla potřeba si nejprve zjistit velikost filtrační plochy v m² olejového a palivového filtru. Filtrační plocha filtrů může být různá, protože filtrační vložky mají různé parametry velikosti. Výrobci udávají výšku filtru H, vnější průměr A, vnitřní průměr B, vnitřní průměr C v mm. Pomocí těchto parametrů jsem si odhadem vypočítala spotřebu materiálu v m² na výrobu jednoho filtru. Při výrobě filtrační vložky jsem zvažovala i ztráty při výrobě, proto jsem ke každému výpočtu připočítala 10% z celkového odhadu. Odhady na spotřebu materiálu při výrobě filtrační vložky jsou shrnuty v následující tabulce spolu s dalšími parametry potřebných pro výpočty. Byl použit jednoduchý matematický vzorec (1)

$$\text{Filtrační plocha} = 2 \times \text{výška skladu} \times \text{počet skladů} \times \text{šířka filtr. mater} \quad (1)$$

| Olejové a palivový filtrační vložky | Typ olejového a palivového filtru | Rozměry filtru v (mm) | | | | Odhad spotřeby materiálu m ² | Cena v CZK |
|---|---|-----------------------|------|------|-------|---|------------|
| | | A | B | C | H | | |
|  | MANN-FILTER HU 920 x JAGUAR X-Type (CF1) | 92 | 35,5 | 35,5 | 58 | 0,05 + 10% = 0,055 | 276 |
|  | HENGST E72KP D107- palivový filtr pro naftové PD motory 1.9 a 2.0 TDI | 83 | 38 | 38 | 143 | 0,21+ 10% = 0,231 | 649 |
|  | MANN-FILTER HU 612 x Pro PEUGEOT 307 | 59 | 22 | 13,4 | 140,6 | 0,12+ 10% = 0,132 | 318 |
|  | MANN-FILTER HU 711/4 x | 63,5 | 31 | 31 | 74 | 0,08+ 10% = 0,088 | 252 |
|  | MANN-FILTER 711/51x typu Citroen C5 | 64 | 29 | 29 | 69 | 0,13+ 10% = 0,143 | 336 |

Tab. 16 Výpočet spotřeby materiálu filtrační vložky

Výpočet ceny nanovlákněné vrstvy

Předpokládám, že k inovování filtračního materiálu stačí pokrýt nosný materiál nanovlákněnou vrstvou o plošné hmotnosti 1 g/m². Ke stanovení ceny nanovlákněného materiálu pro výrobu filtrační vložky jsem si dále zvolila variantu, kdy bude k produkci použita 4 - unitová linka s produkcí 2044 m²/den (červeně v Tab. 15). Cena produkce nanovláken se započítáním všech nákladů (tj. i se započítáním odpisovaných nákladů na nákup linky) je 2,9 USD/m². Pro stanovení ceny v CZK bylo nutné udělat přepočtení pomocí směnného kurzu aktuálního k 4. 5. 2010, který byl 1 USD = 19,64 CZK. Cenu jsem potom stanovila jednoduchým výpočtem (2).

$$\text{cena produkce s linkou v } \left[\frac{\text{USD}}{\text{m}^2} \right] * 19,64[\text{CZK}] * \text{filtrační plocha } [\text{m}^2] =$$

$$= 57 * \text{filtrační plocha } \text{m}^2 \quad (2)$$

| Typ filtrační vložky | Odhad filtrační plochy filtru v m ² | Cena produkce s odpisy v USD/m ² | Cena nanovlákné filtrační vrstvy pro tento typ filtru jednoho filtru v CZK |
|--|--|---|--|
| Mann-filtr olejová vložka citroen C5 | 0,143 | 2,9 | 8,151 |
| Mann-filtr olejová vložka peugeot 307 | 0,132 | 2,9 | 7,524 |
| Mann-filter HU 711/4 x | 0,088 | 2,9 | 5,016 |
| Hengst - palivová vložka pro naftové PD motory | 0,231 | 2,9 | 13,167 |
| Mann-filter olejová vložka pro jaguar | 0,055 | 2,9 | 3,135 |

Tab. 17 Náklady na pokrytí existujících filtračních vložek vrstvou nanovláken o plošné hmotnosti 1 g/m² při denní produkci 2044 m²

Jak můžeme vidět v tabulce, cena za inovování existujících filtračních vložek vrstvou nanovláken se pohybuje od 3,135 do 13,16 CZK/m². Pokud si použití nanovláken nevyžádá další investice do následných výrobních postupů, výsledná cena filtru by se zvedla nepatrně, v průměru o 7,39 CZK/m².

6.2 Ekonomické zhodnocení

U ekonomického zhodnocení porovnávám ceny filtrů jak s nanovlákný tak bez nanovláken. Ve výsledném zhodnocení určím, o kolik se cena filtrů zvedne s použitím nanovlákeného filtru s PVDF. Jestli výsledná cena bude vyšší než současné nanovlákené filtry na trhu nebo naopak nižší a o kolik bude větší oproti původním filtrům.

6.2.1 Porovnání cen olejových a palivových filtrů s nanovlákný a bez nanovláken

Při porovnávání cen jsem brala v úvahu hned několik faktorů, kterými může být cena značně ovlivněna. Pro porovnání jsem vybrala filtry s nanovlákný firmy Donaldson a Amsoil a filtry Mann – filter a Hengst bez nanovláken a shrnula do tabulky níže, tab. 18 ceny filtrů.

Cena může být ovlivněna:

- rozměrová velikost filtru
- podle typu provedení filtru benzínový nebo naftový
- typ vozidla (značka)
- značka výrobce
- způsob výroby – technologie
- druh použité filtrační vložky
- mírou užití nanovláken - velikost filtrační plochy m^2 , množství vrstev nanosených nanovláken $1m^2$

| | Filtry s nanovláknny | | Filtry bez nanovláken | | |
|--|---|---|--|---|---|
| Obrázek filtru |  |  |  |  |  |
| Značka a typ filtru | Donaldson Endurance olejový filtr | Amsoil Ea-olejový filtr | Mann-filter olejový filtr | Hengst-olejový filtr | Mann-filter palivov |
| Maloobchodní cena v USD | 22,15 -100,15 | 15 - 28 | | | |
| Cena v CZK 1 USD=19,64CZK k 4. 5. 2010 | 435 – 1967 | 295 - 550 | 137 - 673 | 156 – 895 | 75 – 937 |
| Použití | Osobní auta | Osobní auta/lehká nákladní auta | Osobní auta | Osobní auta | Osobní auta |

Tab. 18. Ceny filtrů, zmapované na stránkách internetových prodejců filtrů.

| Cena filtrační vložky bez nanovláken v CZK | Cena filtračního nanovláčenného materiálu PVDF v CZK | Cena filtru s nanovláknny PVDF v CZK | Cena vyráběných nanovláčenných filtrů v CZK |
|--|--|--------------------------------------|---|
| 276 | 3,135 | 279,2 | 435 – 1967 |
| 649 | 13,167 | 662,2 | Donaldson |
| 318 | 7,524 | 325,5 | |
| 252 | 5,016 | 257 | 295 – 550 |
| 336 | 8,151 | 344,2 | Amsoil |

Tab. 19 Výsledná cenová tabulka filtrů

Cena filtrů s použitím nanovláčenného materiálu PVDF vykazuje jen nepatrné zvýšení ceny, v průměru jde o rozdíl okolo 7,39 CZK/m² pro jeden filtr. Když ceny zhodnotím se současnými nanovláčennými filtry na trhu firmy Donaldson tak můžu cenou určitě konkurovat a nabídnout potenciálním zákazníkům o mnoho levnější filtr se stejnými vynikajícími filtračními vlastnostmi. U firmy Amsoil, která tak vysokého cenového rozsahu jako firma Donaldson nedosahuje je cenový rozdíl mnohem více srovnatelný s cenami, které byly stanoveny mými výpočty a odhady.

6.2.2 Odhad počtu výrobních linek na výrobu nanovláknenného materiálu za rok pro olejové filtry

Tento odhad byl uskutečněn na základě získaných informací, kde byla potřeba zjistit, kolik se ročně vyrobí motorových vozidel na celém světě a kolik aut je již na světě registrováno a od toho byla odvozena spotřeba olejových filtrů za rok. Když vezmu i v úvahu že olejový filtr měníme jednou ročně. Tento odhad byl řešen v kapitole 5.4. Za rok je tedy zhruba potřeba 657 200 000 olejových filtrů.

K obsazení 20% celosvětového trhu z celkové produkce filtrů, což je 657 200 000 za rok je potřeba vyrobit 131 440 000 filtrů. Na jeden filtr je potřeba 0,143 m² tedy za rok by byla potřeba vyrobit 18 795 920 m² filtračního materiálu. Výrobní linka NanospiderTM jede 365 dní v roce 20 hodin denně. Za den je linka schopna vyrobit 2044m² materiálu z čehož plyne, že linka je schopna za rok produkovat 14 921 200 m² nanovláknenného materiálu. K obsazení 20% trhu by bylo za potřebí 2 výrobních linek.

Kdybychom chtěli obsadit 5% trhu, bude potřeba vyrobit 32 860 000 kusů filtrů a 4 698 980m² materiálu za rok. K takovému množství materiálu by stačila na produkci pouze jedna linka.

6.2.3 Kalkulace nákladů

Všechny data spojená s kalkulací vstupních nákladů jsou shrnuty do následujících čtyř tabulek. Při kalkulaci vstupních nákladů se počítalo s daty pro 4 – unitovou výrobní linku typu Nanospider, které jsou uvedeny v tabulce 21. Tyto data poskytla firma Elmarco. Výstupní data, jsou shrnuty v tab. 15 Modelový případ pro výpočet ceny nanovláknenné vrstvy PVDF.

Tab. 20 Ceny a sazby

| | | |
|---|-------|---------------------|
| Směnný kurz \$/CZK | 19,64 | CZK |
| Personální náklady na práci/hod | 16 | USD/hr (315 CZK/hod |
| Cena za energii | 5 | CZK/kW/h |
| Cena za energii- katalytické spalování | 0,95 | CZK/kW/h |
| Cena za stačený vzduch | 0,05 | CZK/l |
| Náklady na vybavení/měsíc (cena za prostory) | 50 | CZK/m ² |
| Používaný rozměr | 500 | m ² |

Tab. 21 Základní data 4-unitové výrobní linky typu Nanospider

| | | |
|--------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Cena linky | 2 368 000 USD | 46 507 520 CZK |
| Typ linky | PVDF | |
| Provozní šíře linky | 1,6 | m |
| Počet plnicích karet | 1 | pcs |
| Počet zvlákňovacích modulů | 4 | |
| Denní využití linky | 24 | hodin |
| Počet roků do odpisů investic | 4 | rok |
| Zpracování odpadního vzduchu | Scrubber | „plynová pračka“ |
| Servisní přestávky | 13 | % |
| Čistá provozní doba | 20,88 | hodin |

Tab. 22 Výpočet nákladů za den

| Náklady | CZK | % |
|---------------------------------|-------------------|----------|
| Personální náklady | 9 427,2 | 18 |
| Materiál | 69 222,55 | 59 |
| Energie | 3 805,44 | 3 |
| Náklady spojené s odpady | 2 218,53 | 2 |
| Odpisy | 31 854,50 | 27 |
| Vybavení | 962,75 | 1 |
| Celkem náklady za den | 117 490,99 | 100 |

Tab. 23 Výstupy a náklady

| | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|
| Základní hmotnost | 1 | 2 | 10 |
| g/m² | | | |
| Konstantní rychlost linky (m/min) | 0,25 | 0,13 | 0,03 |
| Konstantní rychlost m/min | 1,02 | 0,51 | 0,10 |
| Průměr vláken (nm) | 100 | 100 | 100 |
| Produkce za den m²/den | 2044 | 1032 | 208 |
| Den/rok m²/rok (mil.) | 365 | 365 | 365 |
| Produkce CZK/m² (bez linky) | 2,1 | 4,2 | 20,7 |
| Produkce CZK/m² (s linkou) | 2,9 | 5,8 | 28,8 |

6.2.4 Analýza příležitostí a překážek inovovaného produktu v daném tržním segmentu

Uvedením příležitostí a překážek (hrozeb) pro zavedení inovativního produktu můžeme předpokládat, jaké bude jeho uplatnění v daném tržním segmentu. Tyto dva faktory jsou shrnuty ve SWOT analýze, která je tvořena dalšími dvěma faktory a to silné a slabé stránky organizace. Příležitosti a překážky jsou vnějšími faktory a silné a slabé stránky faktory vnitřními. Příležitosti můžeme chápat jako výhody a naopak překážky jako nevýhody uvedení nového výrobku na trh. **Příležitosti a překážky (hrozby)** vymezují vlivy z **vnějšího prostředí**, ve všech významných oblastech, kterými v organizacích působících ve veřejném sektoru je zpravidla prostředí:

- Politicko – ekonomické
- Legislativní
- Ekonomické
- Demografické
- Technicko – ekonomické
- Ekologicko – ekonomické

Příležitostmi jsou současné nebo budoucí podmínky v prostředí, které jsou příznivé současným nebo potenciálním výstupům organizace. Příznivé podmínky mohou obsahovat změny v zákonech, rostoucí počet zákazníků, uvedení nových technologií. Příležitosti by neměly být posuzovány jen ve světle současných podmínek, ale z hlediska dlouhodobého vývoje prostředí a jeho vlivu na organizaci či produkt.

Překážky nebo hrozby jsou současné nebo budoucí podmínky v prostředí, které jsou nepříznivé současným nebo budoucím výstupům organizace. Nepříznivé podmínky mohou obsahovat vstup nového konkurenta na trh, pokles počtu zákazníků, legislativní změny apod.

Příležitosti a hrozby závisí především na:

- intenzitě konkurence v odvětví
- složitosti či jednoduchosti vstupu na trhy
- existenci a postavení substitutů na trzích
- síle a koncentraci kupujících a prodávajících

Mezi příležitosti může patřit

- neexistence nebo slabost (nevýznamnost) domácí nebo zahraniční konkurence,
- zrušení ochranných opatření pro určité výrobky,
- snadný vstup na nové trhy,
- využití moderních trendů v technologiích,
- nově využitelné možnosti na mezinárodních trzích,
- růst využitelných možností na mezinárodních trzích – např. ekonomický rozvoj v okolních zemích, který zvyšuje potenciál trhu pro odbyt,
- možnost využití programů pro podporu podnikání v daném odvětví,
- zavedení certifikovaných systémů managementu (ISO 9000+, ISO 14000+),
- využití programů pro zaškolení personálu.

Mezi hrozby může patřit

- volný příchod zahraniční konkurence na domácí trhy,
- silné postavení klíčových konkurentů a zákazníků,
- slabé a zhoršující se konkurenční postavení podniku,
- neschopnost konkurovat na trzích,
- nepříznivé legislativní normy (zvyšování legislativních požadavků),
- ztráta dobrého jména,
- ztráta zákazníků – substituce produktu.[56]

Tab. 23 Příležitosti a hrozby

| Příležitosti inovovaného produktu | Překážky (hrozby) inovovaného produktu |
|--|---|
| Nízké náklady na výrobu | Vysoká cena výrobní linky |
| Vysoká kvalita/nízká cena | Firma koupí hotový produkt u jiné firmy |
| Získání nových zákazníků | Konkurence |
| Malá konkurence na trhu | Nezájem zákazníků |
| Delší servisní intervaly - delší životnost | Vysoké postavení substitutů na trhu |
| Zlepšení vlastností oleje i paliva | Neustálý vývoj v daném segmentu trhu |

Při tvoření příležitostí a hrozeb bylo vycházeno ze všech poznatků získaných během psaní této práce.

6.3 Faktory ovlivňující zavedení výrobku na trh

Z pohledu legislativních faktorů:

Mezinárodní norma ISO/TS 16949:2002 (ČSN ISO/TS 16949:2002) definuje požadavky na zavedení systému managementu jakosti v automobilovém průmyslu. Norma ISO/TS 16949 je jediným standardem v automobilovém průmyslu, který je uznáván také mezinárodně. Systém managementu jakosti v automobilovém průmyslu vychází z mezinárodní normy ISO 9001 a ISO/TS 16949 v plném rozsahu obsahuje její požadavky. ISO/TS 16949 ovšem také klade důraz na požadavky klientů, zejména pak výrobců automobilů, a respektuje jejich individuální potřeby. Zavedení Systému managementu jakosti v automobilovém průmyslu pomůže organizaci vyhnout se také případným několikanásobným auditům (VDA, QS 9000 apod.) Organizace vytvoří a zavede politiku a stanoví takové cíle, které zahrnou požadavky právních předpisů a jiné požadavky, které se na ní v oblasti automobilového průmyslu vztahují.

V celém automobilovém průmyslu, který patří mezi nejsledovanější obory vůbec, panuje obrovská konkurence. To vede výrobce k neustálému zvyšování tlaku na kvalitu a bezpečnost vyrobených vozů nebo včasnost dodávek. Jakákoliv chyba ve výrobním procesu nebo chybný komponent automobilu může vést k tragickým následkům nebo obrovským finančním ztrátám. Proto je kladen obrovský důraz na kvalitu a bezpečnost nejen výrobců samotných, ale i jejich dodavatelů.

ISO/TS 16949 je tak určeno všem organizacím působícím v automobilovém průmyslu, které potřebují prokázat jakost svých dodávek - výrobci automobilů nebo sériových či náhradních dílů, organizace provádějící servis apod.

Zavedení Systému managementu jakosti v automobilovém průmyslu dle ISO/TS 16949 je dnes již vyžadováno převážnou většinou výrobců automobilů i jejich komponent. [55]

Evropské emisní standardy jsou souborem nařízení a požadavků, které stanovují limity pro složení výfukových plynů všech automobilů vyráběných v členských zemích EU. Tyto směrnice jsou označovány jako emisní normy Euro. [57]

7 Závěr

Úkolem práce bylo studium aplikace nanovláken v kapalinové filtraci olejových a palivových filtrech. Všechny zdroje prozkoumané v rešeršní studii bez výjimky potvrzovaly původní předpoklad, že kapalinový filtr inovovaný nanovláknem vykazuje lepší vlastnosti než běžné konvenční materiály na bázi celulózových vláken.

Při analýze tržního segmentu olejových a palivových filtrů bylo zjištěno, že produkce nanovláknenných filtrů pro kapalinovou filtraci olejů a paliv je sice poměrně nová oblast (což platí pro kapalinovou filtraci nanovláknem obecně), nicméně na americkém trhu už působí firmy nabízející tyto produkty (Donaldson, Amsoil). Dále při analýze byly identifikovány významné firmy z oblasti výroby olejových, palivových a filtračních systémů vůbec, které jsou potenciálními zákazníky pro firmu Elmarco.

Aby byla inovace produktu úspěšná nejen po stránce filtračních vlastností ale i z hlediska ekonomického bylo nutné provést cenovou kalkulaci výroby, která je shrnuta v kapitole 6.2.3. Kalkulace nákladů. Výstupem těchto nákladů byla data, která se použila na stanovení ceny nanovláknenného materiálu pro olejový a palivový filtr. Cena za inovování existujících filtračních vložek vrstvou nanovláken by se pohybovala od 3,135 do 13,16 CZK/m², takže výsledná cena inovované filtrační vložky by se v průměru zvedla o 7,39 CZK/m²

Ceny byly dále zhodnoceny se současnými výrobci na trhu těchto filtrů firmou Donaldson a Amsoil. U firmy Donaldson byl zaznamenán velký cenový rozdíl, který se pohybuje okolo 1300 CZK za jeden filtr. U firmy Amsoil, byl cenový rozdíl mnohem více srovnatelný s cenami inovovaného produktu.

K uvedení inovovaného produktu na trh byly hodnoceny příležitosti a překážky. Největší překážkou by byla neochota počáteční investice potenciálních zákazníků spojená s náklady na výrobu tedy vysoká cena výrobní linky a silné postavení substitutů na trhu. Největší příležitostí inovovaného produktu by byla malá konkurence na trhu.

8 Seznam použité literatury

- [1]HRŮZA, J. Přednáška: Filtrace a filtrační materiály. *Filtrace* [online]. 2005 [cit. 2009-11-10]. Dostupný z WWW: <<http://www.ft.tul.cz/depart/knt/nove/dokumenty/studmaterialy/filtr.pdf>>.
- [2]Wikipedie [online]. 2001 [cit. 2009-11-15]. Filtrace. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Filtrace>>.
- [3]Přednášky- tribologie filtrů a částic průmyslových kapalin. Fakulta strojního inženýrství v Brně: Ústav konstruování, 2008. 30 s.
- [4]KD Filter [online]. 2000 [cit. 2010-02-07]. Hydraulické filtry-funkce filtru. Dostupné z WWW: <<http://www.filtr-filtry.cz/5,0,Hydraulicke-filtry.html>>.
- [5] Oleje [online]. 2005-2009 [cit. 2010-03-20]. Automobilová maziva. Dostupné z WWW: <http://oleje.cz/index.php?left=main&page=auto_popis>.
- [6]KD Filter [online]. 2000 [cit. 2010-01-15]. Olejové filtry. Dostupné z WWW: <<http://www.filtr-filtry.cz/17,0,Olejove-filtry.html>>.
- [7] Oleje [online]. 2005-2009 [cit. 2010-03-26]. Vlastnosti motorových olejů - nečistoty a saze v motorovém oleji. Dostupné z WWW: <http://oleje.cz/index.php?left=main&page=clanky_vlastnosti_oleju6>.
- [8] Oleje [online]. 2005-2009 [cit. 2010-03-26]. Vlastnosti motorových olejů-otěrové kovy. Dostupné z WWW: <http://www.oleje.cz/index.php?left=main&page=clanky_vlastnosti_oleju10>.
- [9]Synlube [online]. 1996-2010 [cit. 2010-04-13]. Všechno o olejových filtrech. Dostupné z WWW: <<http://www.synlube.com/oilfilters.htm>>.
- [10]Mjauto [online]. 1998-2009 [cit. 2010-02-5]. Oleje. Dostupné z WWW: <[http://www.mjauto.cz/newdocs/oleje.htm#Výměnné lhůty](http://www.mjauto.cz/newdocs/oleje.htm#Vymenné_lhůty)>.
- [11] Mjauto [online]. 1998-2009 [cit. 2010-02-05]. Olejový filtr. Dostupné z WWW: <<http://www.mjauto.cz/filtry.htm>>.
- [12] RAUSCHER,CSc., Ing. Jaroslav. Spalovací motory. Vysoké učení technické v Brně: Fakulta strojního inženýrství, 2005. 235 s.
- [13]Filtron [online]. 2009 [cit. 2009-11-10]. Vlastnosti filtračního materiálu. Dostupné z WWW: <<http://www.filtron.pl/cz/index.php?idp=20>>.
- [14]Filtron [online]. 2009 [cit. 2009-11-10]. Vlastnosti filtračního materiálu. Dostupné z WWW: <<http://www.filtron.pl/cz/index.php?idp=46>>.
- [15]Bawel [online]. 2000 [cit. 2009-12-5]. Palivové filtry. Dostupné z WWW: <<http://www.bawel.cz/distribuce-ferodo/nabidka-ferodo/filtry/palivove>>.

- [16]Mann-Filter [online]. 2002 [cit. 2010-01-12]. Palivové filtry Mann. Dostupné z WWW: <<http://www.mann-hummel.com/mfcz/index.html?iKeys=29.6.611.2.6>>.
- [17]Wikipedie [online]. 2010 [cit. 2010-01-07]. Benzín. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Benzín>>.
- [18]Wikipedie [online]. 2010 [cit. 2010-01-07]. Motorová nafta. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Motorová_nafta>.
- [19]Wikipedie [online]. 2010 [cit. 2010-01-07]. Petrolej. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Letecký_petrolej>.
- [20]Wikipedie [online]. 2010 [cit. 2010-01-07]. Biopalivo. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Biopalivo>>.
- [21]Wikipedie [online]. 2010 [cit. 2010-01-07]. Zemní plyn. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Zemní_plyn>.
- [22]Wikipedie [online]. 2009 [cit. 2009-011-06]. Olej. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Oleje>>.
- [23]Wikipedie [online]. 2009 [cit. 2009-12-20]. Pohonné látky. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Pohonné_látky>.
- [24]Elmarco [online]. 2004-2010 [cit. 2010-02-06]. Nanovlákná a technologie. Dostupné z WWW: <<http://www.elmarco.com/nanofiber-equipment/>>
- [25]Elmarco [online]. 2004-2010 [cit. 2010-04-04]. Nanovlákná v automotive. Dostupné z WWW: <<http://www.elmarco.com/application-areas/nanovlakna-v-automotive/>>.
- [26]Amsoil [online]. 1996-2010 [cit. 2009-12-15]. Donaldson Endurance™ Oil Filters. Dostupné z WWW: <<http://www.amsoil.com/storefront/elf.aspx>>.
- [27]Amsoil [online]. 1996-2010 [cit. 2009-12-15]. AMSOIL Ea Synthetic Nanofiber Oil Filters (EaO). Dostupné z WWW: <<http://www.amsoil.com/storefront/eao.aspx>>.
- [28]Amsoil [online]. 1996-2010 [cit. 2009-12-18]. AMSOIL Ea Air Filters (EaA). Dostupné z WWW: <<http://www.amsoil.com/storefront/eaa.aspx>>.
- [29]Finanční noviny [online]. 2010 [cit. 2010-04-25]. PwC: Světová výroba automobilů letos stoupne na 65 milionů vozů. Dostupné z WWW: <<http://www.financninoviny.cz/zpravy/pwc-svetova-vyroba-automobilu-letos-stoupne-na-65-milionu-vozu/466283>>.
- [30]Mann-Hummel [online]. 2002 [cit. 2010-04-15]. Společnost Mann-Hummel. Dostupné z WWW: <<http://www.mann-hummel.com/mhcz/index.html?iKeys=9.6.580.0.0>>.

- [31]Mann-Hummel [online]. 2002 [cit. 2010-04-15]. MANN+HUMMEL in Figures. Dostupné z WWW: <<http://www.mann-hummel.com/company/index.html?iKeys=3.1.170.1.1>>.
- [32]Mann-Hummel [online]. 2002 [cit. 2010-04-15]. MANN+HUMMEL at a glance. Dostupné z WWW: <<http://www.mann-hummel.com/company/upload/doc/HBENM4mcWJf.pdf>>.
- [33]Mahle Industrial Filtration [online]. 2001 [cit. 2010-04-16]. Always the right filter. Dostupné z WWW: <<http://www.mahle-industrialfiltration.com/C12571AE0031126E/CurrentBaseLink/W26U4BTU471STULEN>>.
- [34]Mahle [online]. 2001 [cit. 2010-04-20]. Mahle- annual report 2009. Dostupné z WWW: <[http://www.annualreport.mahle.com/C1256F7900537A47/vwContentByKey/W284FD7P319STULDE/\\$FILE/MAHLE%20Annual%20Report%202009.pdf](http://www.annualreport.mahle.com/C1256F7900537A47/vwContentByKey/W284FD7P319STULDE/$FILE/MAHLE%20Annual%20Report%202009.pdf)>.
- [35]Hengst [online]. 2010 [cit. 2010-03-11]. Hengst - Abouts us. Dostupné z WWW: <http://www.hengst.de/conpresso/_rubric/index.php?rubric=About_us_EN>.
- [36]KD filter [online]. 2010 [cit. 2010-01-22]. Hengst filtry. Dostupné z WWW: <<http://www.kdfilter.cz/energetic.html>>.
- [37]Filtron [online]. 2009 [cit. 2010-01-16]. O společnosti. Dostupné z WWW: <<http://www.filtron.pl/cz/index.php?idp=3>>.
- [38]Cummins Filtration [online]. 1995 [cit. 2010-04-16]. Filtry a oleje. Dostupné z WWW: <<http://www.cummins-cr.cz/index.php?page=filtry>>.
- [39]Donaldson Company, Inc. [online]. 2010 [cit. 2010-04-16]. Donaldson - vážení akcionáři. Dostupné z WWW: <<http://www.b2i.cc/Document/960/99346.pdf>>.
- [40]Donaldson Company, Inc. [online]. 2002 [cit. 2010-04-16]. Company Overview. Dostupné z WWW: <<http://www.donaldson.com/en/about/overview/index.html>>.
- [41]Wix-filtron [online]. 2009 [cit. 2010-05-02]. Firemní prezentace. Dostupné z WWW: <<http://www.filtron.pl/cz/index.php?idf=2&viewfile=yes&idpos=4&idp=18>>.

- [42]Cummins Inc. [online]. 2010 [cit. 2010-05-02]. CMI Analyst Day. Dostupné z WWW: <<http://phx.corporate-ir.net/External.File?item=UGFyZW50SUQ9NDY0NzJ8Q2hpbGRJRD0tMXxUeXBIPtM=&t=1>>.
- [43]Hollingsworth & Vose [online]. 2008 [cit. 2010-01-08]. LIQUID FILTRATION APPLICATIONS. Dostupné z WWW: <<http://www.hollingsworth-vose.com/pdf/Nanoweb-Insert-LiqFiltration.pdf>>.
- [44]Elmarco [online]. 2004 [cit. 2010-05-06]. Technologie Nanospired™. Dostupné z WWW: <<http://www.elmarco.com/technology/technologie-nanospider%3Csup%3Etm%3Csup%3E/>>.
- [45]Elmarco [online]. 2004 [cit. 2010-05-06]. Parametry technologie Nanospider™. Dostupné z WWW: <<http://www.elmarco.com/upload/soubory/obsah/183-2-parametry-technologie-nanospidertm.pdf>>.
- [46]Elmarco [online]. 2004 [cit. 2010-05-06]. Charakteristika technologie Nanospider™. Dostupné z WWW: <<http://www.elmarco.com/upload/soubory/obsah/183-1-charakteristika-technologie-nanospidertm.pdf>>.
- [47]Nuber of cars [online]. 2001 [cit. 2010-03-16]. Number of Cars. Dostupné z WWW: <<http://hypertextbook.com/facts/2001/MarinaStasenko.shtml>>.
- [48]Worldometers [online]. 2009 [cit. 2010-04-18]. Automobily vyrobené v tomto roce. Dostupné z WWW: <<http://www.worldometers.info/cars/>>.
- [49]Filter Manufacturers Council [online]. 2010 [cit. 2010-04-24]. FMC Member Links. Dostupné z WWW: <<http://www.filtercouncil.org/index.php?page=fmc-member-links>>.
- [50]Cummins, Inc. [online]. 2010 [cit. 2010-04-28]. Cummins Inc. Annual Shareholders Meeting. Dostupné z WWW: <http://www.investquest.com/iq/c/cmi/am2010/cc051110/Annual_Meeting_Presentation2010.pdf>.

- [51]Cummins,Inc. [online]. 2010 [cit. 2010-04-28]. CMI Analyst Day. Dostupné z WWW: <<http://phx.corporate-ir.net/External.File?item=UGFyZW50SUQ9NDY0NzJ8Q2hpbGRJRD0tMXxUeXBIPtM=&t=1>>.
- [52]KOŠŤAN, Pavol; ŠULERĚ, Oldřich. Firemní strategie, plánování a realizace. Praha: Computer Press, 2002. 123 s.
- [53]Interní informace firmy Elmarco
- [54]Mezinárodní organizace výrobců automobilů [online]. 2007 [cit. 2010-04-12]. Production Statistic. Dostupné z WWW: <<http://www.autosap.cz/default2.asp?page={7410790F-1FF2-4CE1-9C27-A87ED43E4970}>>.
- [55]Info - kvalita [online]. 2004 [cit. 2010-05-11]. Informace o mezinárodní normě ISO/TS 16949. Dostupné z WWW: <http://info-kvalita.cz/iso_ts_16949_informace/>.
- [56]Horáková, H.: Strategický marketing. Grada Publishing 2003, ISBN 80-247-0447-1
- [57] Katalog automobilů [online]. 2009 [cit. 2010-05-10]. Emisní norm EURO. Dostupné z WWW: <<http://clanky.katalog-automobilu.cz/auto-legislativa-vyhlaskey/emisni-normy-euro-evropa-pritvrzuje/>>.
- [58]KOŠŤÁKOVÁ, E. 1.přednáška : Úvod do nanomateriálů a nanotechnologie, úvod do textilních nanomateriálů. *Textilní nanomateriály* [online]. 2007-2008 [cit. 2009-02-21]. Dostupný z WWW: <http://www.ft.tul.cz/depart/knt/nanotex/predn%C3%A1%C5%A1ka%201_uvod_do_nanomaterialu_na%20web.pdf>.